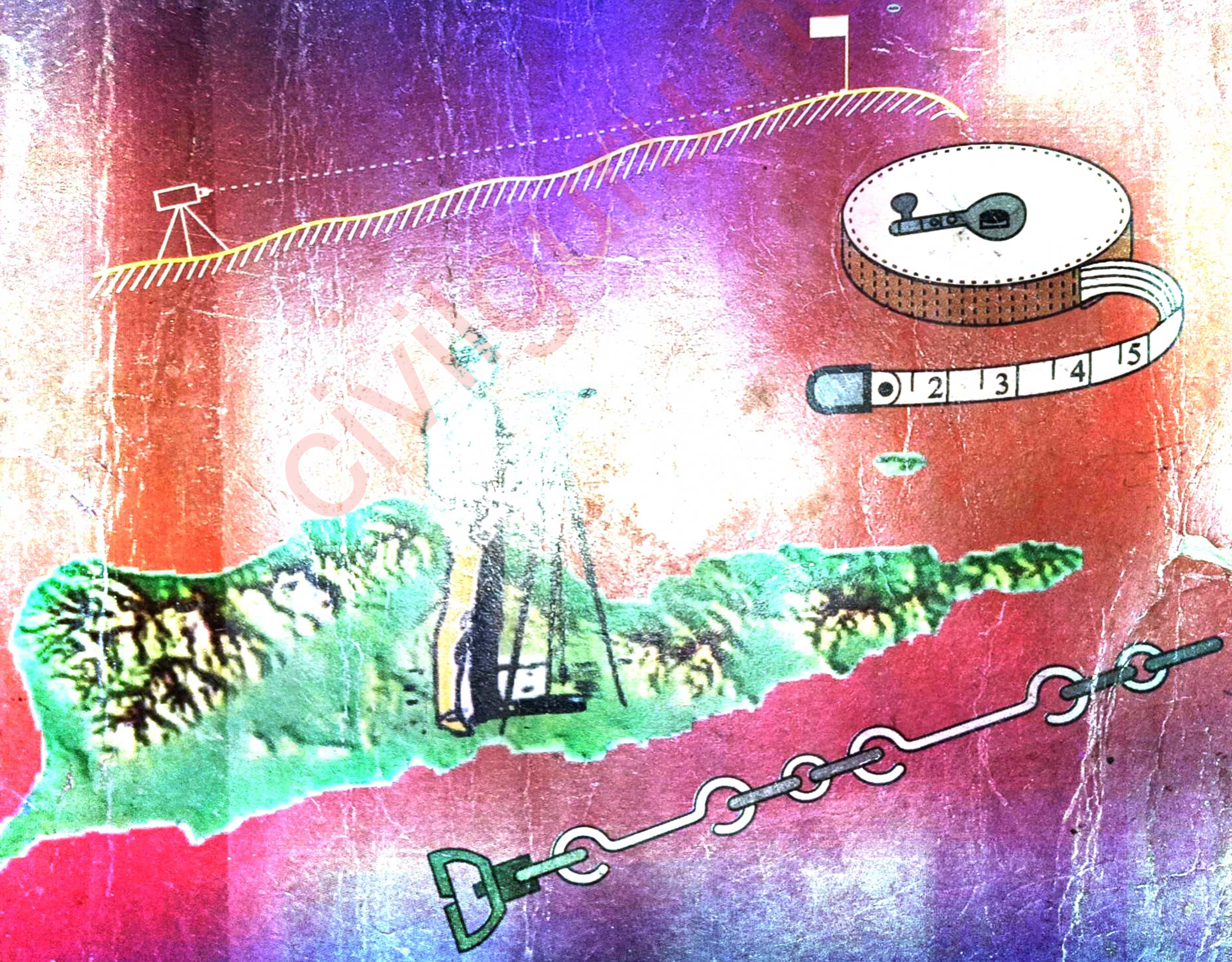
WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

डी. वी. गुप्ता • विक्रम सिंह

धरती सर्वेक्षण

(LAND SURVEYING)

भाग - 1



civilguru.net

एशियन पब्लिशर्स, मुज़फ्फरनगर

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

विषय-सूची

क्र० सं०	अध्याय	पृष्ठ
1.	**भू-सर्वेक्षण-मूल सिद्धान्त तथा वर्गीकरण (Land Surveying-Basic Principles and Classification) :** परिचय, सर्वेक्षण, उद्देश्य, वर्गीकरण, मूल सिद्धान्त, सर्वेक्षण कार्य में परिशुद्धता, त्रुटियाँ, कार्य के चरण, उपकरणों का हस्तन, सर्वेक्षक का कार्य, दूरी नापने की विधियाँ, माप तथा मापन इकाईयाँ, उपकरण, पैमाना, नक्शा तथा प्लान, सांकेतिक चिह्न, प्रश्नावली।	1–23
2.	**जरीब सर्वेक्षण (Chain Surveying) :**	24–107
(I)	**उपकरण तथा प्रयोग :** परिचय, उपयुक्तता, सिद्धान्त, प्रक्रिया, उपस्कर, जरीब—प्रकार, जाँच तथा समायोजन, फीता, प्रकार, सुँआ, आरेखन दण्ड, खसका दण्ड, खूँटी, गुनिया यन्त्र—प्रकाशीय गुनिया, भारतीय प्रकाशीय गुनिया, प्रिज्म वर्ग, लाइन रेजर, रेखाओं का आरेखन-सीधा, अप्रत्यक्ष, हस्त-संकेतन, पैमाइश, कर्ण बढ़ती विधि, खसके।	24
(II)	**क्षेत्र कार्य :** क्रम निर्धारण, मण्डली, क्षेत्र शब्दावली, स्टेशन, नापन विधि, क्षेत्र पंजी।	56
(III)	**जरीब सर्वेक्षण का अंकन :** आवश्यकता, अंकन विधि, रंग भरना, सर्वेक्षण नक्शे, नक्शे को बड़ा/छोटा करना, वर्ग-ग्राफीय, अनुपाती कम्पास, अनुरूप चित्रक (पेन्टाग्राफ) विधि।	65
(IV)	**जरीब कार्य में त्रुटियाँ, बाधायें, तथा समस्यायें :** मापन में त्रुटियाँ, भूलें आरेखन में बाधा, जरीब मापन में बाधा, दोनों में बाधा, समस्यायें, सुस्थित त्रिभुज, फीता संशोधन, दोषपूर्ण जरीब के कारण त्रुटि तथा संशोधन, उदाहरण, परिशुद्धता की सीमा, गुनिया यन्त्र सर्वेक्षण, प्रश्नावली।	70
3.	**दिक्सूचक सर्वेक्षण (Compass Surveying) :**	108–180
(I)	**दिक्सूचक उपकरण :** प्रकार, सर्वेक्षक, प्रिज्मी, प्रयोग, तुलना, सावधानियाँ जाँच तथा समायोजन	110
(II)	**रेखाओं के दिक्मान :** दिक्मान तथा याम्योत्तर, भौगोलिक, चुम्बकीय, स्वेच्छिक, भौगोलिक याम्योत्तर ज्ञात करना, दिक्मान मापन की प्रणालियाँ-पूर्णवृत्त (W.C.B.) चतुर्थांश (Q.B) दिक्मान, तुलना, परिवर्तन, चंक्रम के कोणों की गणना, अन्तर्गत कोण, उदाहरण	122
(III)	**चुम्बकीय दिक्पात :** परिचय, दिक्पात विचरण, सत्य दिक्मान ज्ञात करना, उदाहरण।	146
(IV)	**स्थानीय आकर्षण :** कारण, जाँच, दिक्मानों का संशोधन, नियम, उदाहरण।	154

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(V) **क्षेत्र सर्वेक्षण तथा चंक्रम अंकन :** मण्डली, उपकरण, सर्वेक्षण, क्षेत्र पंजी भरना, अंकन की विधियाँ, समापन त्रुटि तथा उसका समायोजन सर्वेक्षण कार्य में परिशुद्धता, जरीब व दिक्सूचक सर्वेक्षणों में तुलना, प्रश्नावली। 162

4. तल मापन या तलेक्षण (Levelling) : **181–277**
परिभाषा, सिद्धन्त, मुख्य शब्दावली, गृहीत तल, समानीत तल (R.L.) तल चिन्ह (B.M.)—जी० जी० एस०, स्थायी, अस्थायी, स्वेच्छक।

(I) **तलेक्षण उपस्कर :** लेवल, कार्यमूलक घटक प्रकार—डम्पी, वाई उत्क्रमणीय, झुकाऊ, आई० ओ० पी०, आधुनिक लेवल, विवरण, चित्र, तुलना, तलेक्षण गज—प्रकार, टार्गेट, स्वपाठी, एकल खण्डी, मुड़वा गज, टेलीस्कोपी गज, तुलना, हस्तन में सावधानियाँ। 185

(II) **तलेक्षण कार्य :** स्टेशन, अक्ष रेखा, संधान रेखा चढ़ाव-उतार विधि, उपकरण ऊँचाई, पश्च व अग्र दृष्टि, लम्बन, लेवल का समायोजन अस्थायी, स्थायी, क्षेत्र कार्य, सावधानियाँ, तलान्तर ज्ञात करना, उदाहरण, भूवक्रता तथा अपवर्तन, उदाहरण, दृष्टियों का सन्तुलन। 204

(III) **तलेक्षण का वर्गीकरण :** सामान्य, बहुरोपण, अन्योन्य उड़न, अनुदैर्ध्य, अनुप्रस्थ, जाँच, परिशुद्ध, त्रिकोणमितीय तलेक्षण, 238

(IV) **तलेक्षण समस्यायें और त्रुटियों :** ऊँची दीवार, अत्यधिक ढालू भूमि, खाई, झील, नदी के आर-पार तलेक्षण विधि, प्राकृतिक, व्यक्तिगत त्रुटियाँ, तलेक्षण कार्य में परिशुद्धता व समापन त्रुटि का समायोजन। 248

(V) **लेवल का स्थायी समायोजन :** डम्पी लेवल, झुकाऊ लेवल, प्रक्रिया, उदाहरण, पाणसल की सुग्राहिता, स्टेडिया द्वारा दूरी ज्ञात करना 257

(VI) **निर्माण कार्यों के तल-माप देना :** भवन, सड़क सीवर के तल माप, प्रश्नावली। 268

5. लघु उपकरण (Minor Instruments) : **278–296**
लघु उपकरण—हस्त लेवल, जाँच तथा समायोजन एब्नी लेवल, टेन्जेन्ट क्लाइनोमीटर, फुट-रूल, सीलेन घाट ट्रेसर, सेक्सटेन्ट, अनुरूप चित्रक (पेन्टाग्राफ), क्षेत्रफल मापी (प्लानीमीटरी) प्रश्नावली।

6. भूक्षेत्र संगणना (Computation of Land) : **297–311**

(I) **क्षेत्रीय मापों से क्षेत्रफल**—भूक्षेत्रफल, क्षेत्रफल गणना, गुनिया सर्वेक्षण से गणना, मैन्सुरेशन के सूत्रों से गणना। 297

(II) **क्षेत्रीय नक्शों से क्षेत्रफल**—क्षेत्रफल संगणना, वर्गों द्वारा प्रश्नावली। 308

○ प्रायोगिक मौखिक प्रश्न **312**

○○ सर्वे लैब उपकरण सूची **322**

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

1 भू-सर्वेक्षण-मूल सिद्धान्त तथा वर्गीकरण (LAND SURVEYING—BASIC PRINCIPLES AND CLASSIFICATION)

§ 1.1. परिचय (Introduction) :

"आवाज दे कहाँ है"—इस ग्रह पर किसी का अता-पता ढूँढने के लिये, क्षेत्र विशेष की पूर्ण स्थलाकृतिक जानकारी जरूरी है, जो भू-सर्वेक्षण ही दे पाता है।

धरती सर्वेक्षण एक **कला** है और **विज्ञान** भी। इस का इतिहास काफी पुराना है। जब मनुष्य ने पेड़ों से नीचे उतर कर गाँव बसाने तथा भूमि को जोतना शुरू किया तो सगे-सम्बन्धी गाँवों की दूरी जानने तथा खेतों की सीमायें निर्धारित करने व क्षेत्रफल बाँटने के लिये भूमि का नापन शुरू कर दिया। पुराने ग्रन्थों में भूमि के स्वामित्व और हस्तान्तरण का वर्णन मिलता है। पुराने नगरों का अभिन्यास (Layout) सिद्ध करता है कि उस समय भी लोगों के पास भूमि का उचान/निचान, बाढ़ तल, प्रवाह ढाल, नगरों के मध्य दूरी ज्ञात करने के साधन थे। **'दिल्ली कितनी दूर है'**—यह सैंकड़ों वर्ष पहले, हजारों कोस से लूट-पाट के सफर पर निकले आक्रमणकारी सिकन्दर, गजनी व गौरी के काफिले जानते थे।

1400 ई० पूर्व के लगभग मिस्र के लोगों ने भू-कर निर्धारण के लिये भूमि को बाँटा था और इस कार्य के लिये सर्वेक्षकों की नियुक्ति की थी। उस काल के सर्वेक्षकों को रस्सा-खींचक (Rope-Stretcher) कहते थे, क्योंकि भूमि की पैमाइश का कार्य लम्बे रस्से की सहायता से किया जाता था। मिस्र के पेरामिड इस बात का प्रमाण हैं कि पुराने मिस्र वासी सर्वेक्षण तथा वास्तुकला से भली-भाँति परिचित थे।

120 ई० पूर्व श्री हेरोन (Heron) ने भूमि का सर्वेक्षण करने, नक्शा बनाने तथा क्षेत्रफल की गणना करने के बारे में लेख लिखे थे और उस समय प्रचलित उपकरणों का ब्यौरा भी दिया था।

रोमन लोगों ने भी सर्वेक्षण कला का विकास किया। वे समकोण डालने के लिये साहुल (Plumb) और दूरी नापने के लिये 10-फुटी छड़ इस्तेमाल करते थे। इस सम्बन्ध में श्री फ्रान्टीनस (Frontinus) का नाम उल्लेखनीय है, जो प्रथम शताब्दी के अभियन्ता एवं सर्वेक्षक थे।

मध्यकालीन युग में भारतवासी तथा अरब के लोग भी इस कला से भली-भाँति परिचित थे। कवि चन्दबरदाई ने अपने ग्रन्थ पृथ्वीराज रासों में ऊँचाई के लिये 'चार बाँस—चौबिस गज' शब्दों का प्रयोग किया है। सन् 1450 में अरबवासी दिक्सूचक (कुतुबनुमा) का प्रयोग करते थे। सन् 1498 में वास्को-डे-गामा (Vasco-de-Gama) ने एक गुजराती भारतीय के पास भारत का समुद्री तट दर्शाने वाला एक नक्शा देखा था।

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

आधुनिक सर्वे उपकरणों तथा सर्वेक्षण विधियों का विकास 18वीं व 19वीं शताब्दी में हुआ। इंग्लैण्ड तथा फ्रांस ने अपने देशों की राष्ट्रीय सीमाओं के निर्धारण के लिये एक्ट पारित किये। सन् 1767 में भारतीय सर्वेक्षण विभाग (Survey of India) की स्थापना हुयी, जिसने सर्वप्रथम कन्याकुमारी से हिमालय और सुवेज से सिंगापुर तक के विस्तृत क्षेत्र के भू-पृष्ठीय सर्वेक्षण का कार्य अपने हाथ में लिया और मानक नक्शे तैयार किये। (इस दिशा में लेम्बटन (Lambton) व एवरेस्ट (Sir George Everest) तथा उनकी सर्वेक्षण-मण्डलियों ने सराहनीय कार्य किया था। हिमालय पर्वत-माला की सबसे ऊँची चोटी, माउन्ट एवरेस्ट (समुद्र तल से ऊँचाई 8848 मी०), इसी सर्वेक्षक-मण्डली की खोज है)।

भूमि का महत्व बढ़ने पर तथा सार्वजनिक विकास कार्यों—सड़कों, रेलमार्गों, नहरों, सुरंगों इत्यादि के निर्माण की आवश्यकता पड़ी, तो सर्वेक्षण को पर्याप्त महत्व मिला।

धरती सर्वेक्षण का महत्व अब भी बना हुआ है। विकसित तथा विकासशील देशों के सभी निर्माण कार्यों का आधार धरती सर्वेक्षण पर टिका है। सर्वेक्षण इन्जीनियरी की सभी शाखाओं में अपना महत्व बनाये हुये हैं। धरती से जुड़े होने के कारण, सिविल अभियन्ताओं को तो इसका गहन ज्ञान तथा अभ्यास अति आवश्यक है।

§ 1.2. सर्वेक्षण (Surveying) :

भूमि पटल पर अथवा भूगर्भ व आकाश में स्थित विभिन्न प्राकृतिक व कृत्रिम बिन्दुओं व आकृतियों की प्रत्यक्ष या परोक्ष मापों द्वारा सापेक्ष स्थिति ज्ञात करने की कला को **सर्वेक्षण** कहते हैं।

बिन्दुओं या आकृतियों की स्थिति इनके मध्य क्षैतिज दूरी नाप कर, कोणीय दिशा ज्ञात करके अथवा इनके तलों का अन्तर (ऊँचाई/गहरायी) निकाल कर ज्ञात की जाती है। पहले से निर्धारित रैखिक तथा कोणीय मापों द्वारा वांछित बिन्दुओं व रेखाओं को भूमि पर स्थापित करना भी सर्वेक्षण ही कहलाता है। क्षेत्र से प्राप्त मापों को रेखण-पत्र (Drawing Sheet) पर अंकन कर नक्शा तैयार करना भी सर्वेक्षण का भाग माना जाता है।

सर्वेक्षण एक व्यापक शब्द है। जब क्षैतिज तल पर पैमाइशें ली जाती हैं, तो इसे सर्वेक्षण (Surveying) कहते हैं और जब ऊर्ध्वाधर तल पर माप लिये जाते हैं, तो इसे तलमापन (Levelling) का नाम दिया जाता है। मोटे तौर पर सर्वेक्षण में तलमापन कार्य भी सम्मिलित होता है। मापन के लिये विभिन्न सर्वेक्षण उपकरण इस्तेमाल किये जाते हैं।

सर्वेक्षण कार्य के लिये गणित, भूगोल, भौतिकी आदि विषयों की प्रारम्भिक जानकारी की आवश्यकता पड़ती है।

सर्वेक्षण सभी सिविल इन्जीनियरी कार्यों का आधार है। निर्माण कार्यों की परियोजना बनाने तथा इन्हें मूर्तिरूप देने के लिये, सर्वप्रथम प्रस्तावित क्षेत्र का सर्वेक्षण करके नक्शा बनाना आवश्यक है। भवनों, नहरों, सड़कों, रेलमार्गों, पुलों, सुरंगों, विद्युत् संचार लाइनों, सीवरों, सभी के अभिकल्पन तथा निर्माण के लिये सर्वप्रथम भूमि का सर्वेक्षण किया जाता है। सर्वेक्षण कार्य की परिशुद्धता के कारण ही बाँध उफनती नदियों का जल समेट लेते हैं, रेलपटरी तथा सड़कें वक्रों पर सर्प की भाँति घूम जाती हैं, नहरों व सीवरों में अचूक प्रवाह बना रहता है, सुरंगें पाताल में भटकने नहीं पाती हैं और भवनों की मुंडेर बादलों को छूने लगती हैं। भाखड़ा व टिहरी बाँधों में किस तल तक जल भरना है और दिल्ली में यमुना नदी पर बने लौह के पुल पर कब यातायात रोक देना है, ये तलेक्षण द्वारा निर्धारित समानीत तलों (Reduced Levels) से ही पता लग पाता है।

§ 1.3. सर्वेक्षण के उद्देश्य (Object of Surveying) :

सर्वेक्षण का मुख्य उद्देश्य किसी क्षेत्र का एक ऐसा मानचित्र (नक्शा) बनाना है, जो उस क्षेत्र के सभी महत्वपूर्ण बिन्दुओं और रेखाओं को क्षैतिज समतल पर सही-सही निरूपित करे और नक्शे को देख कर क्षेत्र की सत्य एवं शुद्ध जानकारी मिल सके अर्थात् वह उस क्षेत्र का क्षैतिज प्रक्षेप (Horizontal Projection) होता है। सुविधानुसार यह नक्शा वास्तविक क्षेत्र से काफी छोटा बनाया जाता है। नक्शे पर क्षैतिज माप ही दर्शाये जाते हैं, ऊर्ध्वाधर मापों (ऊँचाई/गहरायी) को दर्शाने के लिये समोच्च रेखायें (Contour Lines), रेखाच्छादन (Hachures) अथवा अन्य कोई विधि अपनायी जाती है।

सर्वेक्षण से निम्न उद्देश्य की पूर्ति भी होती है—

(i) बिन्दुओं की क्षैतिज दूरी तथा भूमि पटल पर इसकी स्थिति ज्ञात की जाती है।
(ii) बिन्दुओं की ऊर्ध्वाधर स्थिति तथा ऊँचाई का पता लगाया जाता है।
(iii) क्षेत्र मापों के आधार पर नक्शा तैयार किया जा सकता है और आकृतियों के अनुदैर्ध्य, अनुप्रस्थ परिच्छेद आदि खींचे जा सकते हैं।
(iv) सड़कों, रेलमार्गों, नहरों आदि निर्माण कार्यों के लिये मिट्टी कटाई/भराई का परिमाण ज्ञात किया जाता है।
(v) भवनों तथा सिविल कार्यों के अभिविन्यास (layout) की निशानेदही की जा सकती है।
(vi) नगरों, जिलों, प्रदेशों, देश की सीमा दर्शाने वाले नक्शे बनाये जा सकते हैं।

§ 1.4. सर्वेक्षण का वर्गीकरण (Classification of Survey) :

यह पृथ्वी पूर्ण गोला न होकर एक लध्वक्ष गोलाभ (Oblate Spheriod) है, जो ध्रुवों पर एक नारंगी की भाँति चपटी है। पृथ्वी की ध्रुवी अक्ष (Polar axis) की लम्बाई 12713·83 किमी० तथा विषुवत अक्ष (Equatorial Axis) की लम्बाई 12756.78 किमी० है (Hayford महोदय के अनुसार)। इस प्रकार ध्रुवी अक्ष, विषुवत अक्ष से 42·95 किमी० छोटा है। यदि हम भूमि की ऊपरी सतह की ऊबड़-खाबड़ता पर ध्यान न दें तो गोलाभ की ऊपरी सतह वक्र में है। अत: हम दो बिन्दुओं के मध्य जो दूरी नापते हैं, वह शुद्ध क्षैतिज न होकर गोलाभ की वक्रदार सतह की होती है, जो स्पष्ट रूप से क्षैतिज दूरी से कुछ अधिक होती है। इसी प्रकार भू-सतह की वक्रता का प्रभाव बिन्दुओं की सापेक्ष उच्चता (Elevation) पर भी पड़ता है। इस तथ्य के आधार पर पृथ्वी के सर्वेक्षण को निम्न दो भागों में बाँटा गया है—

(i) समतल या साधारण सर्वेक्षण (Plane Survey)
(ii) भूपृष्ठीय या भूगणितीय सर्वेक्षण (Geodetic Survey)

(1) समतल सर्वेक्षण—इस सर्वेक्षण में पृथ्वी की वक्रता पर ध्यान नहीं दिया जाता है और भू-पृष्ठ को समतल मान लिया जाता है। छोटे भू-खण्डों के सर्वेक्षण के लिये समतल सर्वेक्षण ही पर्याप्त समझा जाता है, क्योंकि पृथ्वी की सतह पर, वक्रता के कारण 12 किमी० की दूरी में केवल एक सेमी० का अन्तर आता है, जो बहुत ही कम होता है।

समतल सर्वेक्षण छोटे क्षेत्रों तथा कम महत्व के कार्यों के लिये अपनाया जाता है। सामान्यत: 260 वर्ग किमी० तक का क्षेत्र छोटा क्षेत्र माना जाता है। इन्जीनियरी कार्यों के लिये अधिकतर समतल सर्वेक्षण अपनाया जाता है। इसमें समय कम लगता है और परिव्यय भी अधिक नहीं आता है।

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(2) भूपृष्ठीय सर्वेक्षण (Geodetic Survey)—इस प्रकार के सर्वेक्षण में पृथ्वी की ऊपरी शक्ल और वक्रता का पूर्ण ध्यान रखा जाता है और भूमि सतह पर स्थित सभी रेखायें वक्र मानी जाती हैं।

भूपृष्ठीय सर्वेक्षण के लिये अधिक परिशुद्ध उपकरणों तथा विधियों का उपयोग किया जाता है और रैखिक मापों के स्थान पर कोणीय मापन लिये जाते हैं और गणनाओं के लिये गोलीय त्रिकोणमिति (Spherical Trigonometry) का उपयोग किया जाता है। भूपृष्ठीय सर्वेक्षण में पर्याप्त दूरी पर **क्षैतिज व ऊर्ध्वाधर** नियन्त्रण स्टेशन स्थापित किये जाते हैं, जिनके सन्दर्भ में कम महत्व वाले सर्वेक्षण कार्य सम्पन्न किये जाते हैं। यह सर्वेक्षण काफी समय लेवा व व्यय साध्य है। सभी देश अपनी-अपनी सीमाओं का निर्धारण भूपृष्ठ सर्वेक्षण से करते हैं।

भूपृष्ठ सर्वेक्षण को **त्रिकोणमितीय सर्वेक्षण** (Trigonometrical Survey) भी कहते हैं। भारत में यह सर्वेक्षण, भारतीय सर्वे विभाग द्वारा सम्पन्न किया जाता है।

सर्वेक्षण के वर्गीकरण के अन्य आधार निम्न हैं—

(a) सर्वे क्षेत्र पर आधारित सर्वेक्षण (Land Based Survey)
(b) उद्देश्यों के आधार पर सर्वेक्षण (Purpose Based Survey)
(c) उपकरणों के आधार पर सर्वेक्षण (Instruments Based Survey)
(d) विधि-आधारित सर्वेक्षण (Method-Employed Survey)

1.4-1 क्षेत्र पर आधारित सर्वेक्षण—यह निम्न प्रकार के हैं—

(i) **स्थलाकृतिक सर्वेक्षण** (Topographical Survey)—यह सर्वेक्षण भूक्षेत्र की प्राकृतिक आकृतियों, जैसे—पर्वत, नदी-नाले, टीले, झील, जंगल तथा मानव रचित आकृतियाँ, जैसे— शहर, गाँव, सड़कें, नहरें, रेलमार्ग, पुल इत्यादि की स्थिति तथा आकार ज्ञात करने के लिये किया जाता है। इस सर्वेक्षण में बिन्दुओं (Objects) की रैखिक व कोणीय मापों द्वारा स्थिति निर्धारित की जाती है।

(ii) **भूस्वामित्व या भूकर सर्वेक्षण** (Cadastral Survey)—यह सर्वेक्षण नगरों, क्षेत्रों, राज्यों की सीमा निर्धारित करने तथा उसके अन्तर्गत आने वाली भूमि का क्षेत्रफल ज्ञात करने के लिये किया जाता है।

(iii) **नगर सर्वेक्षण** (City Survey)—नगर के अन्दर स्थित सड़कों, नालियों, पाइप लाइनों, सीवरों तथा भवनों व खुले क्षेत्रों की जानकारी तथा स्थिति ज्ञात करने के लिये, यह सर्वेक्षण किया जाता है।

(iv) **जलराशि सर्वेक्षण या नदी-सागर सर्वेक्षण** (Hydrographic or Marine Survey)—यह सर्वेक्षण नदियों, नहरों, जलाशयों, झीलों, समुद्रों में जल का विस्तार, गहरायी, गति, निस्सरण इत्यादि ज्ञात करने के लिये किया जाता है। नौसंचालन, गोदी कार्य, बाँध निर्माण, सिंचाई, जल आपूर्ति, बाढ़ आदि के सम्बन्ध में आँकड़े प्राप्त करने के लिये, जलराशि सर्वेक्षण आवश्यक होता है।

(v) **आकाशी या हवाई सर्वेक्षण** (Aerial Survey)—यह सर्वेक्षण बाढ़, भूकम्प, सूखा, क्षतिग्रस्त बाँध से प्रभावित क्षेत्रों तथा अन्य भौगोलिक दृश्यों की जानकारी प्राप्त करने के लिये, वायुयान द्वारा किया जाता है। जिन क्षेत्रों में भू-साधनों से पहुँचना कठिन होता है, वहाँ के सर्वेक्षण के लिये भी हवाई सर्वेक्षण अपनाया जाता है।

(vi) **खगोलीय सर्वेक्षण** (Astronomical Survey)—इस सर्वेक्षण में आकाश के ग्रहों के संदर्भ से पृथ्वी पर बिन्दुओं/रेखाओं की पूर्ण स्थिति (Absolute Location) ज्ञात की जाती है।

1.4-2 उद्देश्यों पर आधारित सर्वेक्षण—यह निम्न प्रकार के हैं—

(i) **इन्जीनियरी सर्वेक्षण** (Engineering Survey)—यह सर्वेक्षण किसी निर्माण कार्य, जैसे—नहर, सड़क, पुल, बाँध आदि की परियोजना तैयार करने व अभिकल्पन के लिये आवश्यक आँकड़े एकत्र करने के लिये किया जाता है।

(ii) **जल विज्ञान सर्वेक्षण** (Hydrological Survey)—सतही व भूमिगत जल की उपलब्धता, मात्रा, प्रकार एवं विस्तार आदि की जानकारी प्राप्त करने के लिये यह सर्वेक्षण किया जाता है।

(iii) **भूवैज्ञानिक सर्वेक्षण** (Geological Survey)—यह सर्वेक्षण पृथ्वी की सतह के नीचे स्थित चट्टानों, अन्य पदार्थों की रचना की जानकारी प्राप्त करने के लिये किया जाता है। बाँधों व सुरंगों के निर्माण तथा भूमिगत रेलमार्ग डालने के लिये भूवैज्ञानिक सर्वेक्षण की आवश्यकता पड़ती है।

(iv) **खान सर्वेक्षण** (Mine Survey)—भूमि के नीचे स्थित खनिज पदार्थों के भण्डार आदि के विस्तार का पता लगाने के लिये खान सर्वेक्षण किया जाता है, जैसे—कोयला, तेल, प्राकृतिक गैस आदि का पता लगाने के लिये।

(v) **पुरातत्व सर्वेक्षण** (Archaeological Survey)—भूमि के नीचे दबी पुरानी वस्तुओं, चिन्हों, अवशेषों को खोज निकालने के लिये यह सर्वेक्षण किया जाता है।

(vi) **सैनिक सर्वेक्षण** (Military Survey)—सैनिक दृष्टि में महत्वपूर्ण निशानों, बिन्दुओं, ठिकानों, मार्गों, पुलों, दर्रों, आदि की स्थिति ज्ञात करने के लिये जो सर्वेक्षण किया जाता है, उसे सैनिक सर्वेक्षण कहते हैं।

1.4-3 उपकरणों पर आधारित सर्वेक्षण—सर्वेक्षण कार्य के लिये जो उपकरण विशेष तौर पर इस्तेमाल किये जाते हैं अथवा विधि अपनायी जाती है, उसके आधार पर सर्वेक्षण के प्रकार निम्नलिखित हैं—

(i) आवीक्षण सर्वेक्षण (Reconnaissance Survey)
(ii) जरीब सर्वेक्षण (Chain Survey)
(iii) दिक्सूचक सर्वेक्षण (Compass Survey)
(iv) पटल सर्वेक्षण (Plane Table Survey)
(v) थियोडोलाइट सर्वेक्षण (Theodolite Survey)
(vi) दिक्दूरी मापन या टैकोमीटरी सर्वेक्षण (Tachometric Survey)
(vii) आधुनिक उपकरणों द्वारा सर्वेक्षण (इलेक्ट्रोनिक उपकरण-दूरी मापन मीटर, टोटल स्टेशन आदि)
(viii) फोटो सर्वेक्षण (Photographic Survey)

उपकरणों पर आधारित सर्वेक्षण का विस्तृत वर्णन अगले अध्यायों व खण्ड-2 में किया गया है।

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

1.4-4 विधि आधारित सर्वेक्षण—इसमें निम्न दो प्रणालियाँ आती हैं—

(i) त्रिकोणन सर्वेक्षण (Triangulation Survey)

(ii) चंक्रम सर्वेक्षण (Traversing Survey)

§ 1.5. सर्वेक्षण के मूल सिद्धान्त (Basic Principles of Surveying) :

सर्वेक्षण कार्य के मूलभूत सिद्धान्त निम्न हैं। कार्य की परिशुद्धता को दृष्टि में रखते हुये ये सिद्धान्त सभी प्रकार के सर्वेक्षणों पर लागू होते हैं—

(i) पूर्ण से अंश की ओर सर्वेक्षण कार्य बढ़ाना (Working From Whole to Part)।

(ii) नये बिन्दुओं की स्थिति कम से कम दो संदर्भ बिन्दुओं से निर्धारित करना (Locating New Points from two Reference Points)

(1) प्रथम सिद्धान्त के अनुसार सर्वेक्षण कार्य पूर्ण (Whole) से शुरू किया जाता है और इसे अंश (Part) की ओर बढ़ाया जाता है। जिस क्षेत्र का सर्वेक्षण करना होता है, सर्वप्रथम उसमें पर्याप्त मुख्य/नियन्त्रण बिन्दुओं (Control Points) का बड़ी सावधानी से चयन किया जाता है और इन बिन्दुओं की स्थिति की परिशुद्धता से जाँच की जाती है। अब इन बिन्दुओं के द्वारा क्षेत्र में अन्य लघु बिन्दु स्थापित किये जाते हैं, जिनमें कम परिशुद्ध विधि अपनायी जा सकती है।

जरीब सर्वेक्षण, चंक्रम सर्वेक्षण, पटल सर्वेक्षण इत्यादि में सम्पूर्ण क्षेत्र-ढाँचे को पहले बड़े आकार की त्रिकोणों में बाँट लिया जाता है और इनकी भुजाओं का बड़ी शुद्धता से सर्वेक्षण किया जाता है। अब इन त्रिकोणों को उप/छोटी त्रिकोणों में विभाजित कर लिया जाता है और इनका सर्वेक्षण किया जाता है। उप-त्रिकोणों के सर्वेक्षण में कम परिशुद्धता से भी काम चल जाता है।

इस सिद्धान्त से लघु त्रुटियाँ, उसी छोटे क्षेत्र में ही सीमित रह जाती हैं, जहाँ ये घटी हैं और वह संचित होकर बड़ा रूप नहीं ले पाती हैं। यदि इस सिद्धान्त के विपरीत कार्य किया जाये तो लघु त्रुटियाँ भी बढ़कर अन्त में बड़ी त्रुटियाँ बन जाती हैं और उन पर तब नियन्त्रण पाना कठिन हो जाता है।

(2) दूसरे सिद्धान्त के अनुसार नये बिन्दुओं तथा रेखाओं की स्थापना कम से कम ऐसे दो संदर्भ बिन्दुओं से की जाती है, जो पूर्व में सत्यता से स्थापित/ज्ञात हैं। इसके लिये संदर्भ बिन्दुओं से उपयुक्त संख्या में लम्ब, खसके तथा कोणीय पैमाइशें ली जाती हैं। संदर्भ बिन्दुओं का चयन व स्थिति पहले ही ज्ञात होती है (देखें अनुच्छेद 2.4)।

जरीब सर्वेक्षण में मुख्य स्टेशनों तथा सर्वेक्षण रेखाओं की जाँच, जाँच रेखायें (Check Lines) व संयोग रेखायें (Tie Lines) डालकर की जाती है।

§ 1.6. सर्वेक्षण कार्य में परिशुद्धता (Precision in Surveying) :

सर्वेक्षण कार्य में वांछित परिशुद्धता निम्न कारकों पर निर्भर करती है—

(i) सर्वेक्षण का प्रयोजन।

(ii) क्षेत्र का विस्तार तथा प्रकार।

(iii) उपकरणों की उपलब्धता तथा उनकी कार्य विधि का समोचित ज्ञान।

(iv) कार्य के लिये समय तथा धन की उपलब्धता।

(v) आरेखन तथा नक्शा बनाने का पैमाना।

उपरोक्त कारकों को ध्यान में रखकर ही एक सर्वेक्षक को कार्य की रूपरेखा बनानी चाहिये। शहरी क्षेत्रों में, जहाँ भूमि का मूल्य बहुत अधिक होता है और एक-एक वर्ग सेन्टीमीटर स्थान का

महत्व होता है, मापन में अधिक परिशुद्धता बरती जानी चाहिये, जबकि खुले तथा ग्रामीण क्षेत्रों में यह परिशुद्धता मीटर तक भी पर्याप्त रहती है। ध्यान रहे अधिक परिशुद्धता का अर्थ है कार्य पर अधिक समय व धन का परिव्यय। एक अच्छा सर्वेक्षक वही कहलायेगा, जो अल्प समय व न्यूनतम व्यय में सर्वेक्षण कार्य में अधिकतम परिशुद्धता प्राप्त कर सके।

§ 1.7. सर्वेक्षण कार्य में त्रुटियाँ (Errors in Surveying) :

सर्वेक्षण कार्य में निम्न प्रकार की त्रुटियाँ आने की सम्भावना रहती है—

(i) प्राकृतिक त्रुटि (Natural Error)

(ii) उपकरण त्रुटि (Instrumental Error)

(iii) व्यक्तिगत त्रुटि (Personal Error)

वर्णन निम्न है—

1.7-1 प्राकृतिक त्रुटि—सर्वेक्षण कार्य में यह त्रुटि खराब मौसम, आँधी, ताप, वर्षा, तेज धूप, आर्द्रता, भूवक्रता, वर्तन, चुम्बकीय दिक्पात आदि के कारण आती है। खराब मौसम में सर्वेक्षण कार्य बन्द कर देना चाहिये। भूवक्रता, वर्तन, चुम्बकीय दिक्पात के कारण हुई त्रुटि के सुधार पर ध्यान रखना चाहिये।

1.7-2 उपकरण त्रुटि—दोषपूर्ण, गलत अथवा असमंजित उपकरणों द्वारा सर्वेक्षण कार्य करने से यह त्रुटि आती है। ऐसे उपकरणों से क्षेत्र में जो माप प्राप्त होते हैं, वह अविश्वसनीय होंगे।

सर्वेक्षण कार्य शुरू करने से पहले, उपयोग में लाये जाने वाले सभी उपकरणों की भली प्रकार से जाँच कर लेनी चाहिये।

1.7-3 व्यक्तिगत त्रुटि—सर्वेक्षक का क्षेत्रा कार्य के लिये स्वस्थ न होना, कमजोर दृष्टि वाला होना अथवा लापरवाही, भूल, अकुशलता या जल्दबाजी से कार्य करने से होने वाली त्रुटि, व्यक्तिगत त्रुटि कहलाती है। अभिलक्ष्य को ठीक से न पहचानना, प्रेक्षण ठीक से न लेना, आँकड़ों/मापों को दर्ज करते समय लापरवाही/भूल, सहायक के संकेतों/भाषा को ठीक से न समझना, कार्य में रुचि न लेना—कुछ ऐसी व्यकितगत गलतियाँ हैं, जिन्हें सजग रहकर नकारा जा सकता है।

सर्वेक्षण कार्य के लिये सदा सक्षम व चुस्त व्यक्ति को ही लगाना चाहिये।

§ 1.8. त्रुटियों का वर्गीकरण (Classification of Errors) :

अनुच्छेद 1.7 में बतायी गयी त्रुटियों को निम्न दो वर्गों में रखा जाता है—

(i) संचयी त्रुटि (Cumulative Error)

(ii) प्रतिकारी त्रुटि (Compensating Error)

1.8-1 संचयी त्रुटि—संचयी त्रुटि एक ही दिशा में बढ़ती है और संचित होती रहती है। इस त्रुटि के कारण सर्वेक्षण कार्य के माप या तो वास्तविक माप सें **अधिक** होते हैं अथवा **कम** होते हैं।

जो त्रुटि किसी माप (या परिमाण) को वास्तविक से बढ़ा दे, उसे **धनात्मक त्रुटि** (Positive Error) तथा जो माप (या परिमाण) को घटा दे, उसे **ऋणात्मक त्रुटि** (Negative Error) कहते हैं। उदाहरण के तौर पर यदि फीता M सेमी० **छोटा** है और इसे N बार खींचा गया है (नापा गया है), तो कुल त्रुटि $M \times N$ सेमी० होगी। यह **धनात्मक** त्रुटि है। इसके विपरीत यदि फीता **बढ़ा** हुआ है तो त्रुटि **ऋणात्मक** कहलायेगी।

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

1.8-2 प्रतिकारी त्रुटि—इस प्रकार की त्रुटि कभी एक दिशा में तो कभी दूसरी दिशा में घटती है और इस प्रकार एक-दूसरी को स्वयम् ही काटती रहती हैं। परिणामस्वरूप प्रतिकारी त्रुटि का अन्त में प्रभाव नगण्य हो जाता है।

यहाँ यह ध्यान देने की बात है कि कार्य की पुनः जाँच करने पर, संचयी त्रुटि का आसानी से पता चल जाता है और यह सुधारी जा सकती है, परन्तु प्रतिकारी त्रुटि का पता लगाना कठिन है, क्योंकि यह स्वयम् ही अपने को काटती रहती है।

§ 1.9. सर्वेक्षण कार्य में अनुमत त्रुटि (Permissible Error in Surveying) :

सर्वेक्षण कार्य में अनुमत (अधिकतम) त्रुटि की सीमा क्षेत्र की भूगोलिक स्थिति, मौसम, सर्वेक्षण की प्रकार, उपकरणों की परिशुद्धता, सर्वेक्षक की मानसिक रुचि, कार्य के लिये उपलब्ध समय व धन आदि पर बहुत कुछ निर्भर करती है। अतः मोटे तौर पर त्रुटि की कोई सीमा नहीं बाँधी जा सकती है। फिर भी विभिन्न सर्वेक्षणों के लिये त्रुटि की सीमा, इनके विस्तृत वर्णन के अन्तर्गत, अगले अध्यायों में दी गयी है।

§ 1.10. सर्वेक्षण कार्य के चरण (Phases of Survey) :

सर्वेक्षण कार्य के चरण निम्न हैं—

(i) आयोजन (Planning),

(ii) उपकरणों की देखभाल तथा समायोजन (Care and Adjustment of Instruments),

(iii) क्षेत्र कार्य तथा प्रेक्षण (Field work and Observations),

(iv) दफ्तरी कार्य (Office Work)।

आयोजन के अन्तर्गत सर्वेक्षकों की नियुक्ति, सर्वेक्षण के लिये उपयुक्त विधि व उपकरणों का चयन, उनकी कार्यकारी शुद्धता की जाँच व समायोजन इत्यादि क्रियायें आती हैं।

क्षेत्र कार्य में सर्वेक्षण-क्षेत्र का आवीक्षण (Reconnaissance), खाका (Rough Sketch) बनाना, स्टेशनों व सर्वे-रेखाओं का चयन तथा उनको मौके पर (क्षेत्र में) चिन्हित करना, स्वीकृत सर्वे-विधि व उपकरणों से सर्वेक्षण करना और क्षेत्रपंजी (Field-Book) में सभी आवश्यक आँकड़े, पैरामाइशें इत्यादि को दर्ज करना होता है।

क्षेत्र कार्य पूर्ण हो जाने के बाद, क्षेत्र में लिये गये प्रक्षेणों/आँकड़ों/पैमाइशों से, उचित मापनी पर क्षेत्र का नक्शा (Plan) तैयार करना और प्रस्तावित कार्य के अनुदैर्ध्य व अनुप्रस्थ परिच्छेद खींचना तथा आवश्यक गणनायें करना इत्यादि कार्य आते हैं (इस कार्य में ड्राइंग-आफिस के ड्राफ्टसमैन भी अपनी भूमिका निभाते हैं)।

§ 1.11. सर्वेक्षण उपकरणों व यन्त्रों के हस्तन में सावधानियाँ (Precautions in Handling Survey Instruments) :

सर्वक्षेण उपकरण व यन्त्र नाजुक तथा पर्याप्त महंगे होते हैं। इनमें लेवल, थियोडोलाइट, टोटल-स्टेशन आदि उपकरण अत्यधिक कीमती व अत्य नाजुक होते हैं (टोटल-स्टेशन ही कई लाख रुपयों में आता है)। इनको बक्सों से बाहर निकालते, प्रयोग करते तथा बन्द करते समय उचित सावधानी रखनी होती है। क्योंकि ये उपकरण खुले क्षेत्र (Field) में, जहाँ सीधी धूप, तेज हवायें, गर्मी-ठण्ड, धूली, वर्षा इत्यादि का मुक्त प्रचलन होता है, प्रयोग में आते हैं, अतः इनके क्षतिग्रस्त होने की सम्भावना बनी रहती है। क्षतिग्रस्त होने पर, उचित मरम्मत के बाद भी, इनकी

मूल दक्षता व शुद्धता कठिनाई से प्राप्त होती है। सर्वे उपकरणों से हस्तन में निम्न सावधानियाँ आवश्यक हैं—

(i) उपकरण बक्से में पूरी तरह फिट स्थिति में रखे होते हैं, ताकि वहन के दौरान ये अनावश्यक हिले-डुले नहीं। अतः उपकरण को बक्से से निकालते समय, बक्से में इसकी मूल स्थिति (Rest Position) ध्यान से नोट कर लें ताकि कार्य की समाप्ति पर उसे, उसी स्थिति में रखने में दिक्कत न आयें। प्रायः परीक्षक, प्रयोगात्मक परीक्षा के समय छात्र से उपकरण को बक्से से बाहर निकालने अथवा अन्दर रखने के लिये कहकर, उसके उपकरण-हस्तन की परख करता है।

(ii) उपकरण को ऊपर से या एक छोर से पकड़कर झटके से मत उठायें। इसे हेण्डिल से अथवा तली (Bottom) से हाथ का सहारा देकर उठायें। लेवल-यन्त्र को कभी भी दूरबीन (Telescope) से पकड़कर मत उठायें।

(iii) खुले उपकरण को एक स्टेशन से दूसरे स्टेशन पर ले जाते समय, इसके सभी कलेम्प कस दें और उसे कंधे पर सीधा रखकर ले जायें।

(iv) यदि उपकरण को अधिक दूरी पर ले जाना है, इसको बक्से में बन्द करके ही ले जायें।

(v) क्षेत्र (Field) में सैट किये उपकरण पर सदा नजर रखें। इसको खुला-लावारिश छोड़कर इधर-उधर मत डोलें।

(vi) त्रिपाद (Tripod) पर कसे उपकरण को पक्का-फर्श पर खड़ा करके मत छोड़े, क्योंकि अकस्मात् तेज हवा का झोंका आने के कारण, त्रिपाद की टाँगें खुलने पर, उपकरण फर्श पर गिर पड़ता है और क्षतिग्रस्त हो जाता है।

(vii) उपकरण के चल-अंगों, स्क्रू व क्लेम्पों को आवश्यकता से अधिक मत कसें। ऐसा करने पर, इनके जाम व क्षतिग्रस्त होने का भय रहता है। अपनी तन्दरुस्ती का स्तर नाजुक, बेजुबान उपकरण को मत दिखायें।

(viii) जब उपकरण प्रयोग में न आ रहा हो, इसे धूली-जलसह प्लास्टिक कवर से ढाँप दें।

(ix) उपकरण के चल-अंगों पर समय-समय पर स्नेहक (Lubricant) लगाते रहें।

(x) आरेखन व खसका दण्डों (Ranging and Offsect Rods) को कभी भी पहलवान की लाठी अथवा अस्त्र (Missile) की भाँति मत प्रयोग करें। इनका सहारा लेकर भी मत चलें।

(xi) त्रिपाद के सहारे मत खड़े हों। उस पर बाहरी दाब (Body Pressure) भी मत डालें। डोल जाने पर यह उपकरण सहित जमीन पर आ पड़ता है।

(xii) उल्झी जरीब व फीतों को कभी भी झटके देकर मत खोलें/बिछायें। सड़क पर फैलायी जरीब के ऊपर से बैलगाड़ी/वाहनों को मत निकलने दें। जरीब को उतने बल से खींचे, जितना उचित है। जरीब से रस्साकशी (Tug of War) मत करें।

(xiii) कुतुबनुमा (Compass) की सूईं को, प्रेक्षण के बाद झूलता मत छोड़ें। इसको कीलक (Pivot) से ऊपर उठा दें।

(xiv) सर्वेक्षण-कार्य समाप्ति पर क्षेत्र से सभी उपस्कर/औजार/सामग्री ध्यानपूर्वक समेटकर, इनका सूची से मिलान करले। खूटियाँ (Pegs), सूयें (Arrows), फीता

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(Tape), हथौड़ा (Mallet), दण्ड (Rods), इत्यादि कुछ ऐसी सर्वेक्षण-सामग्री है, जो नये सर्वेक्षक/बुद्धू श्रमिक क्षेत्र में छोड़कर चल देते हैं।

§ 1.12. सर्वेक्षक का कार्य (Work of a Surveyor) :

चुस्त-दुरुस्त-श्रमी बन, कार्य तेरा महान,
ऊबड़-खाबड़ है धरती, ले इसको पहचान।

एक सर्वेक्षण का कार्य मुख्यत: निम्न दो भागों में बाँटा जाता है—

(a) सर्वेक्षण व प्रेक्षण कार्य (Survey Work),

(b) उपकरणों की देखभाल तथा समायोजन (Maintenance and Adjustment of Survey Instruments)

(a) सर्वेक्षण कार्य—इसके अन्तर्गत निम्न कार्य आते हैं—

(i) क्षेत्र कार्य (Field Work)—एक सर्वेक्षक को क्षेत्र में जाकर विभिन्न सर्वेक्षण उपकरणों की सहायता से रैखिक व कोणीय पैमाइशें लेनी होती हैं और उन्हें क्षेत्र पंजी (Field Book) में ध्यानपूर्वक दर्ज करना होता है। सर्वेक्षक को सभी आवश्यक माप क्षेत्र में ही लेखनीबद्ध कर लेने चाहियें; याददाश्त पर कुछ नहीं छोड़ना चाहिये। क्षेत्र का अभिलेख सुपाठ्य, स्पष्ट, पूर्ण तथा सत्य होना चाहिये।

(ii) नक्शा बनाना (Mapping)—सर्वेक्षक को क्षेत्र में ली गयी पैमाइशों तथा अन्य अभिलेख से उचित पैमाने पर नक्शा, प्लान, विभिन्न काट (sections) इत्यादि बनाने होते हैं। यह कार्य वह अपने कार्यालय अथवा कैम्प आफिस में बैठकर भी कर सकता है।

(iii) संगणना करना (Computation)—इसके अन्तर्गत सर्वेक्षक को नक्शों से प्रस्तावित कार्य के क्षेत्रफल, आयतन सम्बन्धी गणनायें करनी होती हैं।

(b) उपकरणों की देखभाल तथा समायोजन—क्षेत्र कार्य के अतिरिक्त सभी सर्वे उपकरणों की देख-भाल, जाँच, सफाई, उनका समायोजन इत्यादि का कार्य भी सर्वेक्षक के कार्य-क्षेत्र में आता है। एक सर्वेक्षक को सर्वेक्षण उपकरणों का सैद्धान्तिक एवं प्रयोगात्मक ज्ञान होना भी आवश्यक है। उपकरणों को बक्से से बाहर निकालते, अन्दर रखते तथा उनसे कार्य लेते समय बड़ी सावधानी रखनी चाहिये, ताकि इनको अनावश्यक टूट-फूट से बचाया जा सके। सर्वेक्षण उपकरणों को धूप, वर्षा, आँधी तथा आवारा पशुओं से बचाना चाहिये और कभी भी क्षेत्र में इन्हें त्रिपाद पर कसा छोड़कर इधर-उधर नहीं घूमना चाहिये। जब कार्य पूर्ण हो जाये तो उपकरण को स्टैण्ड से उतार लेना चाहिये और सावधानी से बक्से में बन्द कर देना चाहिये।

ध्यान रहे लेवल, थियोडोलाइट, टोटल-स्टेशन आदि बड़े नाजुक और कीमती उपकरण हैं। इनके एक बार क्षतिग्रस्त हो जाने पर, मरम्मत के बाद भी ये अपनी मूल परिशुद्धता ग्रहण नहीं कर पाते हैं।

§ 1.13. दूरी नापने की विधियाँ (Methods of Linear Distance Measurements) :

भूमि पर रैखिक दूरियाँ नापने की दो विधियाँ हैं—

(a) प्रत्यक्ष विधि (Direct Method)

(b) अप्रत्यक्ष विधि (Indirect Method)

वर्णन निम्न है—

1.13-1 प्रत्यक्ष विधि—यह विधि क्षेत्र के आवीक्षण तथा सामान्य सर्वेक्षण कार्यों के लिये अपनायी जाती है। इसके अन्तर्गत निम्न विधियाँ आती हैं—

(i) कदम गिन कर (Pacing)—दो बिन्दुओं के मध्य मोटे तौर पर दूरी ज्ञात करने के लिये उनके बीच सामान्य चाल से सीधे चलते हुये और कदम गिनते जाते हैं। अब इन कदमों की संख्या को, एक कदम की औसत लम्बाई से गुना करके, दोनों बिन्दुओं के मध्य अनुमानित दूरी निकाल लेते हैं। एक सामान्य मनुष्य के एक कदम की औसत दूरी 75 से 80 सेमी० ली जाती है।

(ii) कदममापी द्वारा (By Passometer)—यह जेब घड़ी से मिलता-जुलता यन्त्र होता है, जिसे सर्वेक्षक अपनी टाँग से बाँध लेता है। सर्वेक्षक के टाँगों से चलने पर, कदमों की संख्या यन्त्र के डायल पर आ जाती है, जिसे एक कदम की अनुमानित लम्बाई से गुणा करके दूरी ज्ञात कर ली जाती है।

(iii) परिभ्रमक द्वारा (By Perambulater)—यह एक पहिया वाला यन्त्र होता है (जिससे बच्चे चलना भी सीखते हैं), जिसके चिमटे पर एक घड़ी (DIAL) लगी होती है। परिभ्रमक को हैण्डल से थाम कर, रेखा पर जिसकी दूरी नापनी होती है, घुमाया जाता है। पहिये द्वारा तय गयी दूरी सीधे डायल पर आ जाती है।

(iv) पैडोमीटर द्वारा (By Pedometer)—पैडोमीटर यन्त्र भी पैसोमीटर की भाँति होता है, परन्तु इसमें दूरी कदमों में न दर्शा कर सीधी मीटर में आ जाती है।

(v) गतिमापक द्वारा (Speedometer)—यह यन्त्र आटोवाहनों में लगा रहता है और वाहन के पहिये के परिभ्रमण के आधार पर प्रत्यक्ष दूरी दर्शाता है।

(vi) जरीब व फीते द्वारा (Chain and Tapes)—परिशुद्धता से दूरी नापने के लिये सर्वेक्षण कार्य में जरीब व फीता काम में लाये जाते हैं। ये कई प्रकार के होते हैं (विस्तृत वर्णन अध्याय 2 में दिया गया है)।

1.13-2 अप्रत्यक्ष विधि—इसके अन्तर्गत निम्न विधियाँ आती हैं—

(i) प्रकाशीय यन्त्र विधि—थियोडोलाइट उपकरण के बिम्ब पट (डायाफ्राम) पर स्टेडिया रेखायें बनी रहती हैं, जिनकी सहायता से दो स्टेशनों के मध्य सीधी दूरी बगैर भूमि नापन के ज्ञात की जाती है। इसे टैकोमीटरी भी कहते हैं।

(ii) विद्युत-चुम्बकीय किरणों द्वारा दूरी मापन—इस आधार पर दो प्रकार के उपकरण बनाये गये हैं। (अ) विद्युत-प्रकाशीय उपकरणों में प्रकाश की किरणों के द्वारा दूरी नापी जाती है। (ब) माइक्रोवेव उपकरणों में रेडियो तरंगों द्वारा दो स्टेशनों के मध्य दूरी ज्ञात की जाती है। दूरी मापने की ये अति परिशुद्ध विधियाँ हैं जो उच्च सर्वेक्षण में काम आती हैं।

§ 1.14. कोणीय मापन की विधियाँ (Methods of Angular Measurements) :

कोणीय मापन के लिये निम्न उपकरण प्रयोग किये जाते हैं—

(i) दिक्सूचक (Compass)—दिशाओं के प्रत्यक्ष माप के लिये दिक्सूचक (चुम्बकीय घड़ी या कुतुबनुमा) प्रयोग किया जाता है।

(ii) बक्स सेक्सटैंट (Box Sextant) **एवं थियोडोलाइट** (Theodolite)—ये उपकरण दो रेखाओं (सर्वेक्षण रेखाओं) के बीच का कोण मापने के लिये प्रयोग होते हैं।

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

कोणीय मापन उपकरणों का वर्णन अगले अध्यायों में किया गया है।

§ 1.15. माप तथा मापन इकाइयाँ (Measurements and its Units) :

सर्वेक्षण कार्य में निम्न दो प्रकार के माप लिये जाते हैं—

(a) रैखिक माप (Linear Measurements),

(b) कोणीय माप (Angular Measurements)।

1.15-1 रैखिक माप—यह दो प्रकार के होते हैं—(i) जो माप क्षैतिज समतल में लि[ये] जाते है, उन्हें क्षैतिज दूरी (Horizontal Distances) कहते हैं।

(ii) जो माप ऊर्ध्वाधर समतल में लिये जाते हैं, उन्हें ऊर्ध्वाधर दूरी (Vertica[l] Distances) कहते हैं। इसे ऊँचाई/गहरायी के नाम से भी जाना जाता है।

प्लान बनाते समय क्षैतिज मापों की तथा परिच्छेद के लिये ऊर्ध्वाधर मापों की आवश्यक[ता] रहती है। तिरछी मापों को इनके समतुल्य क्षैतिज व उर्ध्वाधर मापों में बदल लिया जाता है।

लम्बाई, क्षेत्रफल तथा आयतन की इकाइयाँ नीचे दी गयी हैं। सन् 1956 से भारत में FPS के स्थान पर MKS मापन-इकाइयाँ अपनायी गयी और सन् 1960 से SI इकाई (System o[f] International Units) स्वीकार किये गये हैं।

तालिका 1.1. लम्बाई की इकाइयाँ (Lengths)

मीटरी प्रणाली (Metric System)	अंग्रेजी प्रणाली (Birtish System)
10 मिमी० (mm) = 1 सेमी० (cm)	12 इन्च (″) = 1 फुट (′)
100 सेमी० (cm) = 1 मीटर (m)	3 फुट = 1 गज
1000 मी० (m) = 1 किमी० (km)	220 गज = 1 फरलांग
1853 मी० = 1 समुद्री मील (Nautical Mile)	8 फरलांग = 1 मील = 1760 गज

नाट (Knot)—यह जलयान की समुद्र में गति प्रदर्शित करता है। एक नाट एक समुद्री मील (Nautical Mile) के बराबर लिया जाता है—

1 नाट = एक समुद्री मील प्रति घटा
= 6080 फुट प्रति घण्टा
= 1.853 किमी० (भूमि पर) प्रति घण्टा

1 नहरी मील (Canal Mile) = 5000 फुट

Conversion—

1 सेमी० = 0·3937 इन्च	1 इन्च = 2·54 सेमी०
1 मी० = 39·37 इन्च = 3·281 फुट = 1·094 गज	1 फुट = 0·3048 सेमी०
1 किमी० = 1093·63 गज़ = 4·971 फरलांग = 0·6214 मील	1 गज = 0·9144 मी०
	1 फरलांग = 201·164 मी०
	1 मील = 1·6093 किमी०
	5 मील = 8 किमी० (लगभग)

तालिका 1.2. क्षेत्रफल की इकाइयाँ (Areas)

मीटरी प्रणाली (Metric System)	अंग्रेजी प्रणाली (British System)
100 वर्ग मिमी० = 1 वर्ग सेमी०	144 वर्ग इन्च = 1 वर्ग फुट
10000 वर्ग सेमी० = 4 वर्ग मी०	9 वर्ग फुट = 1 वर्ग गज
10000 वर्ग मी० = 1 हैक्टर	4840 वर्ग गज = 1 एकड़ (43560 वर्ग फुट)
100 हैक्टर = 1 वर्ग किमी०	1760 × 1760 वर्ग गज = 1 वर्ग मील
	640 एकड़ = 1 वर्ग मील

Conversion—

1 वर्ग सेमी = 0·155 वर्ग इन्च	1 वर्ग इन्च = 6·4516 वर्ग सेमी०
1 वर्ग मी० = 10·76 वर्ग फुट = 1·196 वर्ग गज	1 वर्ग फुट = 0·0929 वर्ग मी०
1 वर्ग किमी० = 0·3861 वर्ग मील	1 वर्ग गज = 0·836 वर्ग मी०
1 हैक्टर = 2·471 एकड़	1 वर्ग मील = 2·59 वर्ग किमी० = 640 एकड़ = 259 हैक्टर
	1 एकड़ = 4840 वर्ग गज = 0·4047 हैक्टर

तालिका 1.3. आयतन की इकाइयाँ (Volumes)

मीटर प्रणाली (Metric System)	अंग्रेजी प्रणाली (British System)
10^3 घन मिमी० = 1 घन सेमी	1728 घन इन्च = 1 घन सेमी०
10^6 घन सेमी० = 1 घन मी०	27 घन फुट = 1 घन गज

Conversion—

1 घन सेमी० = 0·061 घन इन्च	1 घन इन्च = 16·387 घन सेमी०
1 घन मी० = 35·315 घन फुट = 1·308 घन गज	1 घन फुट = 0·0283 घन मी०
	1 घन गज = 0·764 घन मी०

तालिक 1.4 उत्तर प्रदेश की भूमि-नापन की रीति

99 इन्च (8 फुट 3 इन्च)	=	एक लाठा
1 वर्ग लाठा	=	1 बिस्वांसी
20 वर्ग लाठा	=	1 बिस्वा
20 बिस्वा	=	1 बीघा अथवा 3025 वर्ग गज
1·6 बीघा	=	1 एकड़ (4840 वर्ग गज)
8 बीघा	=	5 एकड़

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

तालिक 1.5 पंजाब/हरियाणा की भूमि-नापन की रीति

9 इन्च	=	1 बालिश्त (या 4 गिरह)
18 इन्च	=	1 हाथ (या 2 बालिश्त)
2 हाथ	=	1 गज (16 गिरह)
3 हाथ	=	1 करम ($4\frac{1}{2}$ फुट)
9 वर्ग करम	=	1 मरला (182·25 वर्ग फुट)
20 मरला	=	1 कनाल (3645 वर्ग फुट)
4 कनाल	=	1 बीघा (1620 वर्ग गज)
2·988 बीघा	=	1 एकड़ (say 3 बीघा = 1 एकड़)
1 कीला	=	$220' \times 198' = 4840$ वर्ग गज = एक एकड़

उपसर्ग (Pre fixes of Metric Units)

डेका (Deca) = इकाई का 10 गुना	डेसी (Deci) = इकाई का 10 वां भाग
हेक्टा (Hecta) = इकाई का 100 गुना	सेन्टी (Centi) = इकाई का 100 वां भाग
किलो (Kilo) = इकाई का 1000 गुना	मिली (Milli) = इकाई का 1000 वां भाग
मेगा (Mega) = इकाई का 1000000 गुना	माइक्रो (Micro) = इकाई का 1000000 वां भाग

1.15-2 कोणीय माप (Angular Measurements)—कोणीय माप सदा किसी संदर्भ रेखा, याम्योत्तर (Meridian) अथवा समतल (Plane) से लिये जाते हैं। यह दो प्रकार के होते हैं—

(i) क्षैतिज कोणीय माप तथा (ii) ऊर्ध्वाधर कोणीय माप।

सर्वेक्षण में कोणीय मापन की इकाई डिग्री (degree) है। एक बिन्दु के घेरे पर कुल 360° बनती है।

1 डिग्री (Degree) = 60 मिनट (Minute) (′)

1 मिनट (Minute) = 60 सैकण्ड (Seconds) (″)

डिग्री (°), मिनट (′) और सैकण्ड (″) के लिये चिन्ह कोष्ठ में दिये गये हैं।

सर्वेक्षण में कोण मापन रेडियन (radian) में भी किया जाता है। चाप की लम्बाई इसकी त्रिज्या के बराबर होने पर जो केन्द्र बिन्दु पर कोण बनता है, उसे एक **रेडियन** कहते हैं।

2π रेडियन = 360°

1 रेडियन = 27°–17′–44·8″

1 डिग्री = 0·01745 रेडियन

मुख्य डिग्री के त्रिकोणमितीय मान निम्न दिये गये हैं—

तालिका 1.6.

डिग्री	0°	30°	45°	60°	90°
sin θ	0	0·5000	0·7071	0·8660	1·000
cos θ	1	0·8660	0·7071	0·5000	0·000
tan θ	0	0·5774	1·000	1·7321	∞

§ 1.16. पैमाना या अनुमापक (Scale) :

क्योंकि रेखणपत्र (Drawing Sheet) का माप, सर्वेक्षण क्षेत्र के आकार से बहुत छोटा होता है, इसलिये नक्शा/मानचित्र बनाने के लिये, इसे समानुपातीय लम्बाइयों में आरेखित किया जाता है। अत: **नक्शे पर दिखाई गयी प्रत्येक दूरी तथा क्षेत्र पर ली गयी तदनुरूपी दूरी के बीच स्थिर अनुपात को पैमाना कहते हैं।** जैसे—पैमाना 1 सेमी॰ = 5 मी॰ का अर्थ है कि नक्शे पर जो रेखा 1 सेमी॰ दिखाई गयी है, वह क्षेत्र में वास्तव में 5 मी॰ लम्बी है। इसे इन्जीनियरी पैमाना भी कहते हैं।

पैमाने को हम माप की इकाई में प्रदर्शित न करके अनुपात के रूप में भी दिखा सकते हैं, जिसे निरूपक भिन्न (Representative Fraction–R.F.) कहते हैं।

$$\text{अत: निरूपक भिन्न, R. F.} = \frac{\text{नक्शे पर दूरी}}{\text{क्षेत्र की दूरी}} \qquad \ldots(1\cdot1)$$

$$= \frac{1\,(\text{cm})}{5 \times 100\,(\text{cm})}$$

$$= \frac{1}{500}$$

ऊपर वर्णित पैमाने संख्यात्मक पैमाने (Numerical Scales) कहलाते हैं।

§ 1.17. पैमाने के प्रकार (Kinds of Scale) :

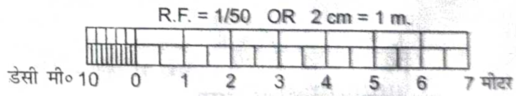
(a) ग्राफीय पैमाना (Graphical Scale)। यह पैमाना (मापनी) निम्न प्रकार के होते है—

(i) साधारण पैमाना (Plain Scale)

(ii) विकर्ण पैमाना (Diagonal Scale)

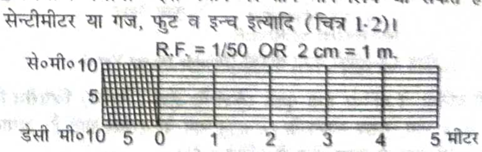
(b) वर्नियर पैमाना (Vernier Scale)

1.17-1 साधारण पैमाना—इस पैमाने पर केवल दो माप ही पढ़े जा सकते हैं, जैसे—मीटर व डेसीमीटर, फुट व इन्च आदि। साधारण पैमाना चित्र 1.1 में दिखाया गया है। I.S. 1491-1959 के अनुसार इन्जीनियरी व वास्तुकी आरेखन कार्य के लिये मीटरी साधारण मापनी निर्धारित की है, जिन्हें A, B, C, D, E व F के नाम से जाना जाता है।



चित्र 1.1–साधारण मापनी (Plain Scale)

1.17-2 विकर्ण पैमाना—इस पैमाने पर तीन माप लिये जा सकते हैं, जैसे—मीटर, डेसीमीटर व सेन्टीमीटर या गज, फुट व इन्च इत्यादि (चित्र 1·2)।



चित्र 1.2–विकर्ण मापनी (Diagonal Scale)

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

1.17-3 वर्नियर पैमाना—इस पैमाने का विकास 1631 में पियरे वर्नियर (Pierre Vernier) ने किया था। वर्नियर पैमाने द्वारा मापनी का सबसे छोटे भाग (Division) का भिन्नात्मक भाग (Fractional Part) भी आसानी से पढ़ा जा सकता है। यह पैमाना अधिकतर सर्वेक्षण उपकरणों में कोणीय मापन को शुद्धता से पढ़ने के लिये लगाया जाता है। इससें मुख्य स्केल (Main Scale) से सटी हुयी एक सहायक स्केल (Auxilliary Scale) होती है, जिसे **वर्नियर** कहते हैं। वर्नियर पर भी मुख्य स्केल की भाँति निशान बने रहते हैं, परन्तु **वर्नियर** के भाग (Divisions) मुख्य स्केल के भागों से या तो कुछ **छोटे** होते हैं अथवा कुछ बड़े। मुख्य स्केल के एक भाग तथा वर्नियर के एक भाग के अन्तर को वर्नियर का **अल्पतम अंक** (Least Count) कहते हैं।

यदि s = मुख्य स्केल से सबसे छोटे भाग का मान

n = वर्नियर के भागों की संख्या

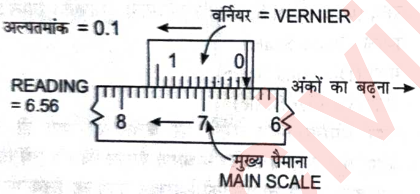
अतः वर्नियर का अल्पतम अंक (Least Count), $= \frac{s}{n}$ ...(1·2)

वर्नियर मुख्यतः दो प्रकार के होते हैं—

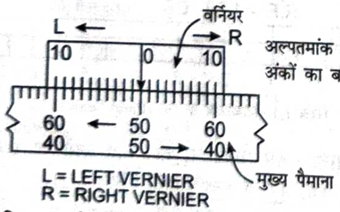
(a) सीधा वर्नियर (Direct Vernier)

(b) पश्चगामी वर्नियर (Retrograde Vernier)

सीधे वर्नियर में, वर्नियर तथा मुख्य स्केल के अंक (निशान) **एक ही दिशा** में बढ़ते हैं और वर्नियर के n भाग मुख्य स्केल के $(n-1)$ भाग के बराबर होते हैं, अर्थात् वर्नियर का भाग (Division) मुख्य स्केल के भाग से **छोटा** होता है, (चित्र 1.3 व 1.4)।

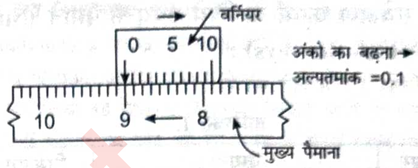


चित्र 1.3–एकल सीधा वर्नियर (Single Direct Vernier)



चित्र 1.4–दोहरा सीधा वर्नियर (Double Direct Vernier)

पश्चगामी वर्नियर में वर्नियर तथा मुख्य स्केल के अंक (निशान) **विपरीत दिशा** में बढ़ते हैं और वर्नियर के n भाग, मुख्य स्केल के $(n+1)$ भाग के बराबर होते हैं; अर्थात् वर्नियर का भाग, मुख्य स्केल के भाग से **बड़ा** होता है (चित्र 1.5)।



चित्र 1.5–पश्चगामी वर्नियर (Retrograde Vernier)

दोनों प्रकार के वर्नियर के अल्पतम अंक का मान ऊपर दिये गये सूत्र से ज्ञात किया जाता है।

वर्नियर पर एक सूचक निशान (Index Mark) बना होता है, जिस पर शून्य अंकित होता है। जब शून्य अंक के दोनों ओर निशान (Graduations) बने रहते हैं, तो इसे दोहरा वर्नियर (Double Vernier) कहते हैं। जब निशान एक ओर ही बने होते हैं, तो इसे एकल वर्नियर (Single Vernier) कहते हैं।

उपरोक्त वर्नियर के अनुरूप मुख्य स्केल पर भी निशान एक दिशा में अथवा दोनों दिशाओं (दायें एवं बायें) बने होते हैं। एक दिशा वाली मुख्य स्केल के साथ एकल वर्नियर तथा दोनों दिशाओं वाली मुख्य स्केल के साथ दोहरा वर्नियर प्रयोग किया जाता है।

उदाहरण 1.1 : **मान चित्र पर दो बिन्दु A और B में दूरी 25 सेमी० दी गयी है, जो क्षेत्र में 2 किमी० है। नक्शे का निरूपक भिन्न ज्ञात कीजिये।**

हल :

$$\text{निरूपक भिन्न} = \frac{\text{नक्शे पर दूरी}}{\text{जमीन पर दूरी}}$$

$$= \frac{25}{2 \times 1000 \times 100}$$

$$= \frac{1}{8000}$$ **उत्तर**

उदाहरण 1.2 : **एक नक्शे पर प्रदर्शित 59 वर्ग सेमी० क्षेत्रफल, क्षेत्र में 944 वर्ग मीटर हैं। नक्शे का निरूपक भिन्न (R.F.) ज्ञात करें।** (B.T.E. 1980)

हल :

$$\text{निरूपक भिन्न, R.F.} = \frac{\text{नक्शे पर दूरी}}{\text{जमीन पर दूरी}}$$

अथवा $$= \frac{\sqrt{(\text{नक्शे पर दूरी})}}{\sqrt{(\text{जमीन पर दूरी})}} \text{ क्षेत्रफल के लिये}$$

$$= \frac{\sqrt{(59 \text{ वर्ग सेमी०})}}{\sqrt{(944 \times 100 \times 100 \text{ वर्ग सेमी०})}}$$

$$= \frac{1}{400}$$ **उत्तर**

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

§ 1.18. विभिन्न सर्वेक्षण कार्यों के लिये उपयुक्त पैमाने (Suitable Scales For Various Surveys) :

यह पैमाने तालिका 1.7 में दिये गये हैं।

तालिका 1.7

सर्वेक्षण की प्रकार	पैमाना	निरूपक भिन्न (R.F.)
1. भूगोलिक नक्शे	1 cm = 5 km सें 1 cm = 150 km	1/500000 से 1/15000000
2. स्थलाकृतिक नक्शे	1 cm = 0·25 km से 1 cm = 2·5 km	1/25000 से 1/250000
3. भूमि सर्वेक्षण	1 cm = 5 m से 1 cm = 50 m	1/500 से 1/5000
4. अनुदैर्ध्य परिच्छेद		
(i) क्षैतिज पैमाना	1 cm = 10 m	1/1000
(ii) ऊर्ध्वाधर पैमाना	1 cm = 1 m	1/100
5. अनुप्रस्थ परिच्छेद	1 cm = 1 m	1/100
6. मार्ग सर्वेक्षण	1 cm = 100 m	1/10000
7. नगर प्लानिंग	1 cm = 100 m	1/10000
8. भवन मान चित्र	1 cm = 10 m	1/1000

1.18-1 पैमाना का स्वरूप—

(i) बड़ा पैमाना (Long Scale)—1 cm = 10 m से बड़ा (RF > 1/1000)

(ii) मध्यवर्ती पैमाना (Intermediate Scale)—1 cm = 10 m से 1 cm = 100 m तक (RF 1/1000 से 1/10000 तक)

(iii) छोटा पैमाना (Small Scale)—1 cm = 100 m से छोटा (RF 1/10000)

§ 1.19. नक्शा (Map) तथा प्लान (Plan) :

जैसा ऊपर स्पष्ट किया गया है, सर्वेक्षण का उद्देश्य सुविधाजनक पैमाने पर एक ऐसा नक्शा/खाका बनाना है, जो क्षेत्र का सत्य चित्रण कर सके।

क्षेत्र के आकार को देखते हुये, जब पैमाना बहुत छोटा रखा जाता है, तो इसे नक्शा (Map) कहते हैं और जब बड़े पैमाने का प्रयोग किया जाता है, तो यह प्लान (Plan) कहलाता है। उदाहरण के रूप में उत्तर प्रदेश का चित्र नक्शा (Map) कहलायेगा, परन्तु पालीटेकनिक-भवन का चित्र, प्लान (Plan) के नाम से जाना जाता है। नक्शा व प्लान में भूमि को रेखन-पत्र पर समतल (Plane) में दिखाया जाता है, जबकि भूमि की सतह वक्र में होती है।

§ 1.20. उत्तर दिशा (North Direction) :

सभी मानचित्रों तथा सर्वेक्षण नक्शों पर उत्तर दिशा (North) दर्शाना आवश्यक है ताकि क्षेत्र की सत्य स्थिति समझने में दिक्कत न आये।

उत्तर दिशा रेखण पत्र (ड्राइंग शीट) के दायीं तरफ, ऊपरी कोने में (Right Hand Top Corner) दिखाई जाती है।

ध्यान रहे परिशुद्ध सर्वेक्षण नक्शों में सत्य उत्तर दिशा (True North) दर्शायी जाती है।

§ 1.21. नक्शे का सिकुड़ना (Shrinkage of a Map) :

सर्वेक्षण नक्शे/मानचित्र स्थायी अभिलेख होते हैं। प्राय: देखा गया है कि वातावरण के बदलाव, तापमान में परिवर्तन, आर्द्रता (Humidity) इत्यादि के कारण ड्राइंग शीट सिकुड़ती है। इस कारण नक्शे पर खींची गई रेखा भी तदानुरूप सिकुड़ जाती है। ऐसी स्थिति में संख्यात्मक पैमाना सही माप नहीं पढ़ेगा। इस त्रुटि को दूर करने के लिये रेखण पत्र पर ही, एक कोने में आलेखी पैमाना (Graphical Scale) बना दिया जाता है। क्योंकि कागज के सिकुड़ने पर, इस पर बना आलेखी पैमाना भी उसी अनुपात में सिकुड़ेगा, अत: इसके द्वारा पढ़े गये माप सदा सही होंगे।

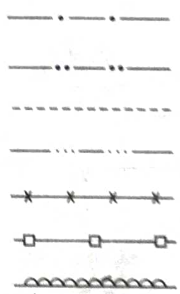
§ 1.22. सांकेतिक चिन्ह (Conventional Signs) :

पृथ्वी पर स्थित महत्वपूर्ण प्राकृतिक तथा कृत्रिम बिन्दुओं एवं रचनाओं को सर्वेक्षण नक्शों पर, सुविधा के लिये, निर्धारित सांकेतिक चिन्ह (रूढ़ि चिन्ह) द्वारा प्रदर्शित किया जाता है। यह सांकेतिक चिन्ह इस प्रकार निर्धारित किये गये हैं कि सर्वेक्षण नक्शे सभी देशों में समझे जा सकें। नक्शे में प्रयुक्त सांकेतिक चिन्ह को नक्शे पर संदर्भ तालिका में भी दिखा देना चाहिये।

मुख्य सांकेतिक चिन्ह चार्ट 1.1 में दिये गये हैं।

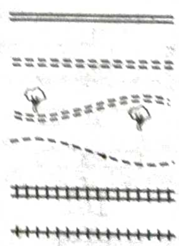
चार्ट 1.1 सांकेतिक चिह्न
(Conventional Signs)

(I) सीमायें (BOUNDARY)



1. अन्तर्राष्ट्रीय सीमा	National Boundary
2. प्रान्तीय सीमा	Provincial Boundary
3. जिला सीमा	District Boundary
4. जरीब रेखा	Chain Line
5. कटीले तार की बाड़	Barbed Wire Fencing
6. रेलिंग	Railing
7. झाड़ी	Hedge

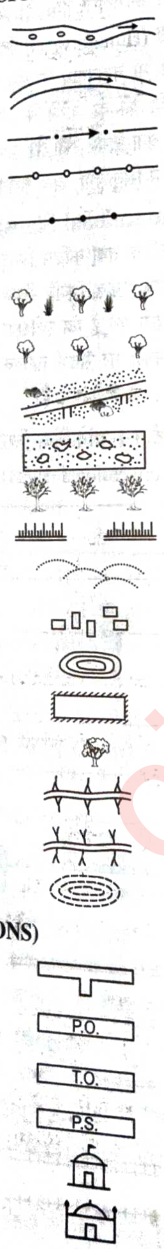
(II) मार्ग (PATHS)



8. पक्की सड़क	Metalled Road
9. कच्ची सड़क	Un-metalled Road
10. बैलगाड़ी का रास्ता	Cart Way
11. पैदल रास्ता	Footpath
12. बड़ी रेल पटरी	Broad Gauge
13. छोटी रेल पटरी	Other Gauge

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(III) संचार लाइनें (TRANSMISSION LINES)



14. नदी-नाला	River
15. नहर	Canal
16. नाली	Drain
17. टेलीफोन लाइन	Telephone Line
18. विद्युत लाइन	Electric Line

(IV) क्षेत्र (LANDS)

19. जंगल	Forest
20. बगीचा	Orchard
21. जुती हुई भूमि	Cultivated Land
22. बंजर भूमि	Baren Land
23. बाग	Garden
24. दलदली जमीन	Marshy Land
25. चारागाह	Grazing Field
26. गाँव	Village
27. झील या जलकुण्ड	Lake
28. तालाब	Pond
29. पेड़	Tree
30. भराव	Filling
31. कटान	Cutting
32. रेत का टीला	Sand Dune

(V) रचनायें (CONSTRUCTIONS)

33. भवन		Building
34. डाकघर	P.O.	Post Office
35. तारघर	T.O.	Telegraph Office
36. पुलिस स्टेशन	P.S.	Police Station
37. मन्दिर		Temple
38. मस्जिद		Mosque

39. चर्च	Church
40. फाटक व परिसर दीवार	Gate and Boundary Wall
41. फाटक	Level Crossing
42. रेल का पुल	Railway Bridge
43. सड़क का पुल	Road Bridge
44. पक्का कुआँ	Pucca Well
45. कब्रिस्तान	Cemetry
46. पवन चक्की	Wind Mill
47. बाँध	Dam

(VI) सर्वेक्षण चिन्ह (SURVEY SIGNS)

48. चंक्रम स्टेशन	(A)	Traverse Station
49. त्रिकोणीयन स्टेशन	A	Triangulation Station
50. तल चिन्ह	B.M. 200.10	Bench Mark
51. समोच्च रेखायें	100, 90	Contour Lines
52. उत्तर दिशा	N	North Line

नोट : सर्वेक्षण नक्शों की आकृतियों को अधिक स्पष्ट करने के लिये, इनमें उपयुक्त रंग की चर्चा अनुच्छेद 2.40 में की गयी है।

प्रश्नावली-1

1. "सर्वेक्षण एक कला है" इस वाक्य की व्याख्या कीजिये।
2. सर्वेक्षण की परिभाषा दें तथा इसके उद्देश्य को स्पष्ट कीजिये। *(B.T.E.)*
3. सर्वेक्षण तथा तलेक्षण में अन्तर बताइये।
4. सर्वेक्षण के मूलभूत सिद्धान्तों पर प्रकाश डालें। *(B.T.E.)*
5. "पूर्ण से अंश की ओर" यह सिद्धान्त सर्वेक्षण कार्य पर क्यों और कैसे लागू किया जाता है? स्पष्ट उत्तर दें। *(B.T.E.)*
6. सर्वेक्षण कार्य की परिशुद्धता किन बातों पर निर्भर करती है, लिखिये।
7. एक सर्वेक्षक का कार्य स्पष्ट करें। उपकरणों की देख-भाल के सम्बन्ध में उससे क्या अपेक्षा की जाती है? लिखिये।
8. सर्वेक्षण कार्य में कौन-कौन त्रुटियाँ हो सकती हैं, उनके नाम दें। *(B.T.E.)*

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

9. सर्वेक्षण कार्य में प्राकृतिक त्रुटियाँ कौन-कौन हो सकती हैं, लिखिये।
10. सर्वेक्षण कार्य में त्रुटियों की अनुमत सीमा पर प्रकाश डालें।
11. विभेद स्पष्ट करें—
    (i) संचयी त्रुटि व प्रतिकारी त्रुटि (B.T.E.)
    (ii) समतल सर्वेक्षण व भूपृष्ठीय सर्वेक्षण (B.T.E.)
12. एक 20 मी० वाला फीता, जो 5 सेमी० छोटा था, 10 बार सड़क पर खींचा गया। बताइये यह कौन-सी त्रुटि होगी ? सड़क की वास्तविक (सत्य) लम्बाई की भी गणना करें।
    (उत्तर : धनात्मक त्रुटि, 199.5 मी०)
13. पृथ्वी की वक्रता का सर्वे कार्य पर क्या प्रभाव पड़ता है, लिखिये।
14. सर्वेक्षण का वर्गीकरण किन-किन आधार पर किया जाता है, लिखिये। (B.T.E.)
15. उपकरणों पर आधारित सर्वेक्षण का वर्गीकरण कीजिये। (B.T.E.)
16. निम्न पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखें—
    (i) सर्वेक्षण कार्य में व्यक्तिगत त्रुटि
    (ii) भूपृष्ठीय सर्वेक्षण (Geodetic Survey)
    (iii) जलराशि सर्वेक्षण
    (iv) इन्जीनियरी सर्वेक्षण
17. रैखिक मापन की विधियों के नाम दें।
18. मापन (पैमाइशें) कितने प्रकार की होती हैं, लिखिये।
19. दूरी नापने की प्रत्यक्ष एवं अप्रत्यक्ष विधियों की चर्चा कीजिये। अप्रत्यक्ष विधि का सिद्धान्त भी बताइये। (B.T.E.)
20. कोणीय मापन कितने प्रकार की होती है? बताइये। चिमनी की ऊँचाई ज्ञात करने के लिये आप कौन-सी कोणीय माप लेंगे, लिखिये।
21. पैमाना किसे कहते हैं? यह कितने प्रकार का होता है, लिखिये।
22. संक्षिप्त टिप्पणी लिखें—
    (i) निरूपक भिन्न (R.F.)
    (ii) वर्नियर (Vernier)
    (iii) लेखा चित्रीय पैमाना
    (iv) उत्तर दिशा
23. विकर्ण और साधारण मापनी में अन्तर स्पष्ट करें।
24. वर्नियर कितने प्रकार के होते हैं, उनके नाम दें।
25. (a) 400 वर्ग मी० क्षेत्रफल नक्शे पर 16 वर्ग सेमी० द्वारा प्रदर्शित किया गया है। निरूपक भिन्न ज्ञात करें।
    (उत्तर 1/500)
    (b) निम्न R.F. का पैमाना बताएं
    (i) $\frac{1}{1000}$, (ii) $\frac{1}{2500}$
    (उत्तर : (i) 1 सेमी० = 10 मी०, (ii) 1 सेमी० =25 मी०)
26. निम्नलिखित आकृतियों को मानचित्र पर कैसे दिखाया जाता है, लिखिये।
    (i) जरीब रेखा, विद्युत् लाइन, रेलपुल, दलदली भूमि, पुलिस चौकी, तल चिन्ह, पुलिया। (B.T.E.)
    (ii) मस्जिद, कब्रिस्तान, जंगल, नहर, सड़क का पुल। (B.T.E.)
    (iii) तालाब, रेलवे लाइन, बाँध, कच्ची सड़क, गेट। (B.T.E.)
    (iv) मन्दिर, बाग, कटान में सड़क। (B.T.E.)

27. स्पष्ट उत्तर दें—
    (i) उत्तर दिशा नक्शे पर क्यों दर्शाना आवश्यक है?
    (ii) लेखा चित्रीय पैमाना क्यों बनाना चाहिये?
    (iii) बगैर किसी उपकरण के आप मुख्य भवन से छात्रावास की दूरी कैसे ज्ञात करेंगे?
28. सर्वेक्षण उपकरणों के हस्तन में मुख्य सावधानियों को लेखनीबद्ध कीजिए।
29. सर्वे-कार्य के लिये आवश्यक चरणों पर क्रमानुसार प्रकाश डालें।

(टिप्पणी–सभी अध्यायों के मौखिक प्रश्न पुस्तक के अन्त में दिये गये हैं।)

M.V. = 200m
T.V = 199.5m
Error = M.V − T.V = 0.5m
= 200 − 199.5
= +0.5m
Correction = T.V. − M.V.
= 199.5 − 200 =

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET

This is the subtitle of PDF, Use long text here.

2 जरीब सर्वेक्षण (CHAIN SURVEYING)

(I) उपस्कर व उनका प्रयोग (EQUIPMENTS AND THEIR USE)

§ 2.1. जरीब सर्वेक्षण (Chain Survey) :

जब किसी भूक्षेत्र का सर्वेक्षण जरीब (चेन व फीते) द्वारा केवल रैखिक माप लेकर किया जाता है, तो इसे जरीब (या चेन) सर्वेक्षण कहते हैं। जरीब सर्वेक्षण में सर्वे-रेखाओं की लम्बाई ही नापी जाती है, उनके मध्य कोई कोणीय मापन नहीं किया जाता है। जरीब जमीनी दूरियाँ नापने का एक सरल उपस्कर है।

जब क्षेत्र छोटा हो और सामान्य कार्यों के लिये सर्वेक्षण नक्शा बनाना हो, तो जरीब सर्वेक्षण सन्तोषजनक रहता है। यह सर्वेक्षण साधारण उपस्करों से तथा कम समय में सम्पन्न हो जाता है। भूसर्वेक्षणों में जरीब सर्वेक्षण सबसे सरल सर्वेक्षण है और माप भी पर्याप्त विश्वसनीय उपलब्ध होते हैं। **जरीब सर्वेक्षण में रेखाओं के कोणीय माप नहीं लिये जाते हैं।**

अच्छे सर्वेक्षण कार्य के लिये प्रस्तावित भूक्षेत्र को आपस में सटी हुई अनेक त्रिभुजों में बाँट लिया जाता है, क्योंकि त्रिभुज ही सबसे सरल ज्यामितीय आकृति है, जिसका अंकन (Plotting) उसकी तीनों भुजाओं की लम्बाई माप कर आसानी से किया जा सकता है और कोणीय मापन की आवश्यकता नहीं पड़ती है। अत: इसे **जरीब त्रिकोणीयन** (Chain Triangulation) भी कहते हैं।

सर्वेक्षण तथा आरेखन की दृष्टि से यह वांछनीय है कि जहाँ तक सम्भव हो, सभी त्रिभुजें सुस्थित या सुआकारीय त्रिभुज (Well Shaped or Well Conditioned Triangle) हों। सुआकारीय त्रिभुज में कोई भी कोण 30° से कम अथवा 120° से अधिक नहीं होता है। ऐसी त्रिभुजों के मापन, तथा आरेखन तथा अंकन में त्रुटि की सम्भावना कम रहती है।

§ 2.2. जरीब सर्वेक्षण के लिये उपयुक्त आधार (Grounds Suitable for Chain Surveying) :

जरीब सर्वेक्षण में प्राकृतिक अथवा मानव रचित आकृतियों, जैसे—नदी, नाले, भवन, सड़क, दीवारें, पुल, पेड़, विद्युत/टेलीफोन संचार लाइनें, खम्भे, जल भरण पाइप, सीवर, सीमा रेखायें इत्यादि की भूमि पर सत्य स्थिति (Location) का पता लगाया जाता है। भूमि की उबड़-खावड़ता, ऊभार आदि का ब्योरा एकत्रित करना जरीब सर्वेक्षण के अन्तर्गत नहीं आता है।

निम्न परिस्थितियों में जरीब सर्वेक्षण अपनाना अधिक उपयुक्त समझा जाता है—

(i) जब भूक्षेत्र छोटा, सीमित, खुला हुआ तथा लगभग समतल हो।

(ii) जब क्षेत्र की स्थलाकृति साधारण प्रकार की हो। पर्वतीय क्षेत्रों, घने जंगलों, घनी आबादी वाले स्थानों में जरीब सर्वेक्षण में कठिनाई आती है।

(iii) जब क्षेत्र को सटी हुई त्रिभुजों में बाँटा जा सके और स्टेशन परस्पर दिखाई पड़ते हों।

(iv) जब उच्च परिशुद्धता वाले उपकरण उपलब्ध न हों।

(v) जब सामान्य कार्य के लिये नक्शे की आवश्यकता हो।

(vi) जब नक्शा बड़े पैमाने पर तैयार करना हो।

(vii) उपलब्ध धनराशि तथा कार्य-अवधि सीमित हो।

निम्न स्थितियों में जरीब सर्वेक्षण अपनाना उपयुक्त नहीं है—

(i) क्षेत्र घनी आबादी वाला हो और सर्वे-रेखायें व स्टेशन स्थापित करने में कठिनाई हो।

(ii) जब क्षेत्र काफी बड़ा व उबड़-खाबड़ हो।

(iii) जब क्षेत्र में बहुत अधिक विस्तरण (Details) दिखानी हों।

§ 2.3. जरीब सर्वेक्षण के सिद्धान्त (Principles of Chain Surveying) :

जरीब सर्वेक्षण के सिद्धान्त निम्न हैं—

(i) **माप**—सभी नाप रेखिक होते हैं और क्षैतिज समतल पर लिये जाते हैं।

(ii) **सर्वेक्षण ढाँचा**—सम्पूर्ण सर्वेक्षेत्र को आपस में सटी हुई त्रिभुजों में बाँटा जाये और जहाँ तक सम्भव हो यह त्रिभुजें सुआकारीय (Well Shaped) हों। (देखें अनुच्छेद 2.46)।

(iii) **महत्वपूर्ण बिन्दु**—त्रिभुजों की भुजायें इस प्रकार चुनी जायें कि क्षेत्र के सभी महत्वपूर्ण बिन्दु इनकी पहुँच में आ जायें।

(iv) **कार्य प्रगति**—सर्वेक्षण कार्य क्षेत्र की सीमाओं से अन्दर की तरफ (From whole to part) बढ़ाया जाये।

(v) **उत्तर दिशा**—किसी रेखा का कोणीय मापन आवश्यक नहीं है, परन्तु आरेखन कार्य की नक्शे पर सैटिंग के लिये, क्षेत्र की उत्तर दिशा (North Line) अवश्य ज्ञात कर लेनी चाहिये।

(vi) **खसके**—जहाँ तक सम्भव हो, खसके समकोणक (90°) डाले जायें और जरीब रेखा से कोई बिन्दु (Object) एक जरीब अथवा फीता-लम्बाई से अधिक दूर नहीं होना चाहिये।

(vii) **नये बिन्दु**—क्षेत्र में किसी नये बिन्दु की स्थिति कम से कम दो पूर्व ज्ञात निर्देश बिन्दुओं (Two Reference Points) से प्रेक्षण द्वारा निर्धारित की जानी चाहिये।

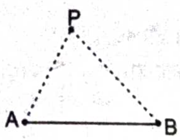
§ 2.4. नये बिन्दुओं की स्थिति निर्धारण (Locating New Points) :

सर्वेक्षण के मूल-भूत सिद्धान्त के अनुसार क्षेत्र में किसी नये बिन्दु की स्थिति ज्ञात करने के लिये निकट में स्थित दो स्थायी संदर्भ बिन्दुओं (Reference Points) को आधार माना जाता है। इन संदर्भ बिन्दुओं की शुद्ध स्थिति पूर्व ज्ञात होनी चाहिये। नये बिन्दु की स्थिति ज्ञात करने की प्रक्रिया निम्न है—

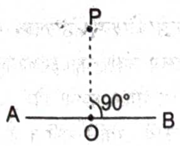
मान लो क्षेत्र में दो बिन्दु A तथा B की स्थिति तथा लम्बाई पूर्व ज्ञात है और किसी अन्य बिन्दु P की स्थिति निर्धारित करनी है। इस दशा में A तथा B बिन्दु, निर्देश बिन्दु का काम देंगे। P बिन्दु की स्थिति निम्न किसी भी विधि से निर्धारित की जा सकती है—

civilguru.net

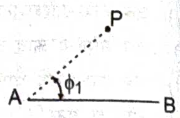
WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.



चित्र 2.1



चित्र 2.2



चित्र 2.3

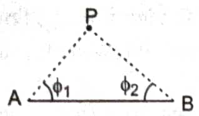
(i) रेखा AP तथा BP की सीधी दूरी नाप करके (चित्र 2.1)।

(ii) बिन्दु P से रेखा AB पर लम्ब डालकर तथा दूरी PO नापकर (चित्र 2.2)।

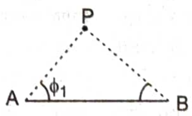
(iii) बिन्दु A से AP की दूरी नाप कर तथा $\angle PAB$ ज्ञात करके (चित्र 2.3)।

(iv) बिन्दु A से $\angle PAB$ तथा बिन्दु B से $\angle PBA$ ज्ञात करके। इस विधि में कोई दूरी नापी नहीं जाती है (चित्र 2.4)।

(v) बिन्दु A से $\angle PAB$ ज्ञात करके तथा दूरी PB नाप कर (चित्र 2.5)।



चित्र 2.4



चित्र 2.5

उपरोक्त (i) तथा (ii) विधियाँ जरीब सर्वेक्षण में काम आती हैं। अन्य तरीके त्रिकोणीय तथा चंक्रम (Traverse) सर्वेक्षण में प्रयोग किये जाते हैं।

§ 2.5. जरीब सर्वेक्षण की प्रक्रिया (Procedure in Chain Survey) :

जरीब सर्वेक्षण की प्रक्रिया निम्न है, जो इसी क्रम में सम्पन्न की जानी चाहिये—

(i) क्षेत्र की पहचान व आवीक्षण (Reconnaissance),

(ii) सर्वेक्षण स्टेशनों का चयन तथा क्षेत्र का त्रिकोणीयन (Selection of Stations)

(iii) स्टेशनों के मध्य जरीब रेखाओं का आरेखन (Running Survey Lines),

(iv) जरीब रेखाओं की पैमाइश (Chaining of Survey Lines),

(v) क्षेत्र आकृतियों/बिन्दुओं से खसके (अन्तर्लम्ब) डालना (Taking Offsets),

(vi) पैमाइशों की क्षेत्र पंजी में प्रविष्टि (Recording in Field Book),

(vii) अंकन करके सर्वेक्षण नक्शा बनाना (Plotting)।

उपरोक्त (i) से (vi) तक की क्रियायें क्षेत्र में जा कर सम्पन्न की जाती हैं, जबकि अंकन का कार्य ड्राइंग कार्यालय में बैठकर किया जाता है।

सर्वप्रथम जिस क्षेत्र का जरीब सर्वेक्षण करना है, मौके पर जा कर उसका प्रारम्भिक निरीक्षण किया जाता है और क्षेत्र की पहचान बनायी जाती है। क्षेत्र में पैदल घूम कर इसका एक मुक्त हस्त खाका (कुञ्जी खाका) बना लेना चाहिये जिस पर मुख्य आकृतियों—सड़क, नहर, भवन, कुएँ, पुलिया इत्यादि की रफ स्थिति लगा ली जाती है। इस खाका की सहायता से सर्वेक्षण स्टेशनों के निर्धारण में आसानी हो जाती है।

अब क्षेत्र में उचित संख्या में सर्वेक्षण स्टेशन चयनित व स्थापित किये जाते हैं। यह स्टेशन सम्पूर्ण क्षेत्र को विभाजित करने वाली त्रिकोण रेखाओं के मिलन बिन्दु पर स्थित किये जाते हैं। स्टेशनों को दूर से पहचानने के लिये उन पर आरेखन दण्ड व झण्डियाँ गाड़ दी जाती हैं।

स्टेशनों के मध्य दूरी जरीब से नाप ली जाती है और सर्वेक्षण रेखा के दायें-बायें स्थित महत्वपूर्ण बिन्दुओं/आकृतियों की जरीब रेखा से दूरी खसके डाल कर नाप ली जाती है।

इसी प्रकार कार्य एक स्टेशन से दूसरे स्टेशन तक बढ़ाते हुये और पैमाइशें लेते हुये सम्पूर्ण क्षेत्र का जरीब सर्वेक्षण सम्पन्न कर लिया जाता है।

क्षेत्र से जरीब/फीते द्वारा लिये गये सभी माप एक पंजीका जिसे क्षेत्र पंजी (Field Book) कहते हैं, निर्धारित क्रमण में नोट कर लिये जाते हैं और महत्वपूर्ण आकृतियों के खाके भी इसी पंजी में पेन्सिल से बना लिये जाते हैं। इससे आरेखन में आसानी रहती है।

क्षेत्र कार्य समाप्त होने के बाद, कार्यालय में बैठ कर क्षेत्र पंजी के आधार पर आरेखन करके क्षेत्र का नक्शा तैयार किया जाता है। नक्शे के लिये उपयुक्त पैमाना अपनाया जाता है।

जरीब सर्वेक्षण के लिये आवश्यक उपस्करों तथा प्रक्रियाओं का विस्तृत वर्णन अगले अध्यायों में किया गया है।

§ 2.6. जरीब सर्वेक्षण के लिये उपस्कर (Equipments Required for Chain Survey) :

धरती नापने तथा जरीब सर्वेक्षण के लिये निम्न उपकरण प्रयोग किये जाते हैं—

(i) जरीब या चेन (Chain)

(ii) फीता (Tape)

(iii) सुआ या तीर (Arrow or Marking Pin)

(iv) संरेखण दण्ड (Ranging Rod)

(v) खसका दण्ड या अन्तर्लम्बन दण्ड (Offset Rod)

(vi) खूँटी (Peg) तथा काष्ठ हथौड़ा (Mallet)

(vii) साहुल (Plumb Bob)

(viii) झंडिया (Flags)

(ix) संरेखण यन्त्र (Line Ranger)

(x) समकोण रेखा डालने के यन्त्र—

(a) खुला गुनिया (Open Cross Staff)

(b) प्रकाशीय गुनिया (Optical Square) (गोल, भारतीय व प्रिज्मी गुनिया)

(xi) क्षेत्र पंजी (Field Book)

उपरोक्त उपकरणों का विस्तृत वर्णन निम्न है। क्षेत्र पंजी की चर्चा अनुच्छेद 2.37 में की गयी है।

§ 2.7. जरीब या भू-नापकी (Chain) :

जमीन की पैमाइश करने के लिये जरीब का प्रयोग पुराने समय से होता आ रहा है। यह पटवारियों का ऐसा हथियार है, जिसके सामने 'टेढ़े' जमींदार भी 'सीधे' हो जाते हैं। जरीब से काफी शुद्ध नाप उपलब्ध होते हैं। जरीब एक फारसी-उर्दू का शब्द है। इसे भू-नापकी भी कहते हैं।

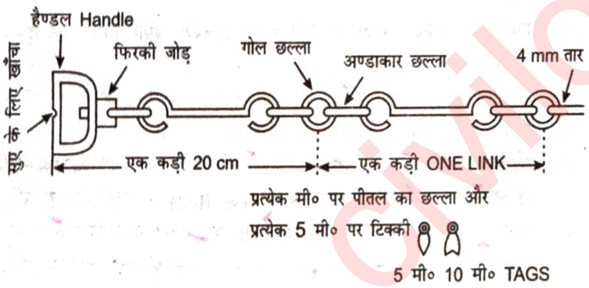
WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

'भू-नापकी' कर मुझ पर यह एहसान
'दो गज भूमि' नापदे, जहाँ करु विश्राम

जरीब 4 mm मोटी जस्तीकृत मृदु इस्पात की तार की कड़ियों (Links) से बनायी जाती है। कड़ी के सिरे पर घुण्डी बनाकर तथा तीन छोटे छल्लों (मध्य का गोल तथा पार्श्व के अण्डाकार) द्वारा कड़ियों को आपस में लम्बाई की दिशा में जोड़कर वाँछित लम्बाई की जरीब बनाई जाती है। छल्लों के कारण जरीब को फैलाने, खींचने, गट्ठर की तरह इकट्ठा करने तथा लम्बाई समंजित करने में आसानी रहती है। जरीब के दोनों सिरों पर फिरकी-जोड़ द्वारा एक-एक पीतल का हत्था (Handle) लगा रहता है, जिसमें पंजा डालकर जरीब को खींचा जाता है। फिरकी-जोड़ के कारण जरीब को खींचते समय भुजा पर दाब (ऐंठन) नहीं पड़ता है।

जरीब के हैण्डल पर जरीब की लम्बाई खुदी रहती है। जरीब की निर्दिष्ट लम्बाई, जरीब को पूर्णत: फैलाने पर, उसके दोनों हत्थों के बाहरी फलकों तक (Out to Out) ली जाती है, अर्थात् हत्थे की मोटाई जरीब लम्बाई में सम्मिलित होती है। जरीब में कड़ियों की संख्या इसकी लम्बाई के अनुसार रखी जाती है। जरीब के मध्य कड़ियों की दूरी पढ़ने के लिये, उचित अन्तराल पर पीतल की टिक्की (Tags) लगायी जाती है।

जरीब चित्र 2.6 में दिखाई गयी है।



चित्र 2.6 मीटरी जरीब (Meter Chain)

§ 2.8. जरीब की किस्में (Kinds of Chain) :

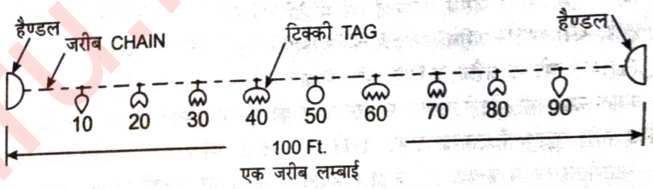
विभिन्न देशों में अनेक प्रकार की जरीबों का इस्तेमाल होता आ रहा है। मुख्य जरीबें निम्न हैं—

(1) इन्जीनियरी जरीब या 100 फुटी जरीब (Engineer Chain)
(2) गन्टर जरीब या सर्वेक्षक चेन (Gunter Chain)
(3) राजस्व जरीब या पटवारी चेन (Revenue Chain)
(4) मीटरी जरीब (Metric Chain)
(5) पत्ती जरीब (Steel Band)

भारत में अब सभी मापन कार्यों में मीटर प्रणाली का उपयोग अनिवार्य है, अत: इन्जीनियरी तथा सर्वेक्षण कार्यों में मीटरी जरीब का इस्तेमाल लाजमी है, परन्तु पुरानी संरचनाओं तथा भूकर अभिलेखों के लिये अन्य जरीब भी प्रयोग की जाती हैं।

उपरोक्त जरीबों का विस्तृत वर्णन निम्न है।

2.8-1 इन्जीनियरी जरीब (Engineer Chain)—इस जरीब की लम्बाई 100 फुट होती है और एक जरीब में 100 कड़ियाँ होती हैं। इस प्रकार एक कड़ी (छल्ले के मध्य से मध्य तक) की लम्बाई एक फुट होती है। अत: इसको 100 फुटी जरीब भी कहते हैं। मध्य की दूरियाँ पढ़ने के लिये, प्रत्येक दस-कड़ियों के बाद पीतल की एक टिक्की (Tag) लगायी जाती है। दूरी के अनुसार टिक्की एक टाँग, दो टाँग, तीन टाँग व चार टाँग वाली होती हैं। ठीक मध्य में गोल टिक्की लगायी जाती है (चित्र 2.7)। टिक्की से जरीब की आंशिक दूरी की गणना की जाती है और प्रत्येक कड़ी की गिनती नहीं करनी पड़ती है।



चित्र 2.7.—इन्जीनियरी जरीब की टिक्की (Tages or Talleys)

मीटरी प्रणाली के प्रचलन से पहले सभी इन्जीनियरी कार्यों में इसी जरीब का इस्तेमाल होता था।

2.8-2 गन्टर जरीब (Gunter Chain)—66 फुट लम्बी यह जरीब, गन्टर महाशय के नाम पर गन्टर जरीब कहलाती है। इसे **सर्वेक्षक जरीब** (Surveyor Chain) भी कहते हैं। इस जरीब में भी 100 कड़ियाँ होती हैं, अत: एक कड़ी की लम्बाई 0·66 फुट (अथवा 7·92 इन्च) होती है। गन्टर जरीब से मील, फलांग तथा एकड़ (क्षेत्रफल) में भूमि नापने में बड़ी आसानी रहती है, क्योंकि जरीब की लम्बाई का इन मापों से सीधा सम्बन्ध है, जैसे—

1 जरीब (गन्टर) = 66 फुट (या 22 गज)

10 जरीब = $10 \times 66' = 660$ फुट = एक फरलांग (या 220 गज)

80 जरीब = $80 \times 66' = 5280$ फुट = एक मील (या 1760 गज)

10 जरीब × 1 जरीब ($660' \times 66'$) = 10 वर्ग जरीब (43560 वर्ग फुट)

= 4840 वर्ग गज

= एक एकड़

इस जरीब पर भी 10 कड़ियों के अन्तराल पर एक टिक्की लगी रहती है। गन्टर जरीब से दूरी जरीब तथा कड़ियों की संख्या में पढ़ी जाती है, जैसे 8 जरीब 65·5 कड़ी। इस दूरी को क्षेत्र पंजी में 8·655 जरीब लिखा जायेगा।

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

2.8-3 राजस्व जरीब (Revenue Chain)—इसे **पटवारी जरीब** भी कहते हैं। यह खे की सीमायें निर्धारित करने तथा फसल क्षेत्र को नापने के काम आती है। राजस्व जरीब 33 फु लम्बी होती है और उसमें कुल 16 कड़ियाँ होती हैं। अतः प्रत्येक कड़ी $2\frac{1}{16}$ फुट होती है।

5×5 जरीब $= 165' \times 165'$

$= 27225$ वर्ग फुट $= 3025$ वर्ग गज

$=$ एक बीघा (Bigha) अथवा $\frac{5}{8}$ एकड़ (उत्तर प्रदेश भूमि नापन

राजस्व जरीब 165 फुट ($33' \times 5 = 165'$) लम्बाई में भी बनायी जाती है।

2.8-4 मीटरी जरीब (Metric Chain)—जैसा नाम से विदित है, यह जरीब मीटरों नापन करती है। मीटरी जरीब I.S. 1492-1970 के अनुसार निम्न लम्बाई में मान्य है—

(i) 30 मीटरी जरीब, कड़ियों की संख्या $= 150$

(ii) 20 मीटरी जरीब, कड़ियों की संख्या $= 100$

(iii) 10 मीटरी जरीब, कड़ियों की संख्या $= 50$

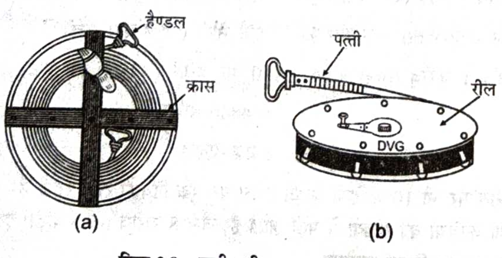
(iv) 5 मीटरी जरीब, कड़ियों की संख्या $= 25$

ध्यान रहे सभी मीटरी जरीबों में एक कड़ी की मानक लम्बाई बराबर होती है अर्थात् य 20 सेमी० है। कड़ी की लम्बाई समान रखने से पठन में गलती की सम्भावना नहीं रहती है।

मीटरी जरीब में प्रत्येक 25 कड़ी (अर्थात् 5 मी०) पर टिक्की (Tag) लगायी जाती है टिक्की की टाँगों की संख्या से जरीब की आंशिक दूरी ज्ञात की जाती है। इसी प्रकार प्रत्येक कड़ी (अर्थात् 1 मी०) पर पीतल का एक अतिरिक्त गोल छल्ला (टिक्की लगी कड़ी को छो कर) भी लगाया जाता है। प्रत्येक टिक्की पर "*M*" अक्षर खुदा होता है, जो इसके मीटरी जरी होने की पहचान है। जरीब की लम्बाई इसके हैण्डलों पर खुदी रहती है, जिसे कार्य शुरू करने पहले देख लेना चाहिये। हैण्डल के बाहरी फलक पर सुआ (Arrow) सटा कर लगाने के लि एक खाँचा बना रहता है। इससे सुए की मोटाई के कारण नाप में अन्तर नहीं पड़ता है। सर्वेक्ष कार्यों में 20 व 30 मीटरी जरीब अधिक प्रयोग में आती हैं।

मीटरी जरीब चित्र 2.6 में दिखाई गयी है।

2.8-5 पत्ती जरीब या इस्पाती बेण्ड (Steel Band or Band Chain)—यह ए कड़ी-रहित जरीब है, जो अधिक परिशुद्धता से दूरी नापने के लिये प्रयोग की जाती है। इस्पात क पत्ती की बनी यह जरीब 12 mm से 16 mm चौड़ी और 0.3 से 0.6 mm मोटी होती है औ



चित्र 2.8—पत्ती जरीब (Steel Band)

लम्बाई में 20 m या 30 m (मीटरी प्रणाली) में उपलब्ध है। पत्ती के सिरों पर, पकड़ने के लिये पीतल के हैण्डल, फिरकी जोड़ द्वारा लगे होते हैं। पत्ती की प्रत्येक मीटर की दूरी पर अंक बने रहते हैं और 0·20 मी० के अन्तराल पर पीतल की फुल्ली (stud) लगी रहती है, ताकि आंशिक नाप पढ़ने में आसानी हो। पत्ती के दोनों सिरों पर 20 cm की दूरी तक सेमी० के निशान भी बने रहते हैं।

इस्पाती पत्ती को क्रास प्रकार की चक्री पर लपेटा जाता है। पत्ती जरीब की तुलना एक इस्पातीय फीते से की जा सकती है।

पत्ती जरीब, सामान्य जरीब से पर्याप्त हल्की तथा न्यूनतम प्रसार गुणांक वाली होती है। इसके हस्तन में भी आसानी रहती है। इससे नापन कार्य में सामान्य जरीब की तुलना में अधिक परिशुद्धता प्राप्त की जा सकती है, परन्तु इसमें दोष यह है कि टूटने पर क्षेत्र में इसकी मरम्मत नहीं हो सकती है। इसको जंग भी लग जाती है।

§ 2.9. जरीब की जाँच तथा समायोजन (Testing and Adjustment of a Chain) :

लगातार उपयोग से जरीब की निर्दिष्ट लम्बाई में अन्तर आ जाता है। जरीब की लम्बाई, उसकी मानक लम्बाई से **घट** जाती अथवा **बढ़** जाती है। ऐसा निम्न कारणों से भी होता है—

(i) जरीब को लापरवाही से झाड़ियों, बाड़ों, ऊबड़-खाबड़ जगहों में घसीटना।

(ii) जरीब को अत्यधिक झटके देना अथवा सामान्य से अधिक बल लगाकर खींचना, जिसके कारण इसके छल्लों का खुल जाना अथवा चपटे होकर फैल जाना।

(iii) कड़ियों का टेढ़ी हो जाना।

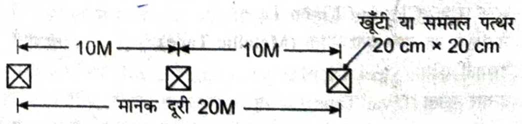
(iv) जरीब के घिसने से अथवा कीचड़-मिट्टी के चिपक जाने से।

(v) तापमान के परिवर्तन से।

परिशुद्ध कार्य के लिये यह आवश्यक है कि जरीब की मानक लम्बाई बनी रहे। अतः समय-समय पर जरीब की लम्बाई की जाँच करते रहना चाहिये और अन्तर पाये जाने पर, इसका समायोजन करना चाहिये। बड़े कार्यों में, कार्य शुरू करने से पहले तथा कार्य समाप्ति पर जरीब की लम्बाई की भली प्रकार से जाँच कर लेनी चाहिये।

2.9-1 जाँच—जरीब की लम्बाई की जाँच, किसी मानक जरीब अथवा मानक इस्पाती फीते से, जो इसी उद्देश्य के लिये आरक्षित रखा हो, की जाती है। जाँच के लिये किसी पक्के प्लेटफार्म या फर्श पर एक स्थायी परीक्षण गेज (Test Gauge) भी बनायी जा सकती है। क्षेत्र में मानक दूरी पर लकड़ी की खूँटी गाड़ कर और उस पर कील ठोंककर भी गेज बनायी जा सकती है। 20 मीटरी स्थायी परीक्षण गेज चित्र 2.9 में दिखाई गयी है।

2.9-2 समायोजन—दोषपूर्ण जरीब का समायोजन निम्न प्रकार किया जाता है—



चित्र 2.9—स्थायी परीक्षण गेज (Test Gauge)

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(a) जब जरीब की लम्बाई कम करनी है–

(i) खुले हुये छल्लों (rings) के मुँह हथौड़े से पीटकर बन्द कर दें।
(ii) चपटे हो गये छल्लों को पुनः असली रूप में लायें।
(iii) बड़े आकार के छल्लों को निकालकर छोटे व्यास के छल्ले डाल दें अथवा एक-दो छल्लों को निकाल दें।
(iv) हत्थों के पास वाली कड़ी को बदल कर। यह कड़ी अन्य कड़ियों से लम्बाई में कम होती है और **समायोजन कड़ी** कहलाती है।

(b) जब जरीब की लम्बाई बढ़ानी हो–

(i) मुड़ गयी कड़ियों को पीटकर सीधा कर दें।
(ii) गोल छल्लों को पीटकर चपटा कर दें।
(iii) छोटे छल्लों को निकालकर, बड़े व्यास के छल्ले डाल दें।
(iv) आवश्यक हो तो कुछ नये छल्ले डाल दें।
(v) हत्थों के पास वाली कड़ी को समायोजित करें।

जरीब की लम्बाई का समायोजन, जरीब के दोनों अर्ध भागों में इस प्रकार करें कि जरीब की मध्य-टिक्की (Central Tag) अपनी निर्दिष्ट दूरी पर बनी रहें।

2.9-3 छूट सीमा (Tolerance)—दोषपूर्ण जरीब की इस्पात के मानक फीते से जाँच करने पर निम्न छूट मान्य है—

(i) 20 मी० जरीब = ±5 मिमी०
(ii) 30 मी० जरीब = ±8 मिमी०
(iii) प्रत्येक मीटर-लम्बाई में भी ± 2 mm से अधिक का अन्तर न हो।

§ 2.10. फीता (Tapes) :

सामान्य दूरी तथा खसकों को नापने के लिये फीता अधिक सुविधाजनक रहता है। फीते से क्षैतिज समतल के अतिरिक्त ऊर्ध्वाधर समतल में भी माप लेने में सरलता रहती है, क्योंकि यह जरीब की तुलना में अधिक सुहस्त और हल्का होता है। फीते के नाप भी अधिक परिशुद्ध होते हैं। जैसे धड़कनमापी (Stethoscope) एक प्रशिक्षित डाक्टर के साथ जुड़ा है, इसी प्रकार फीता (Tape) इन्जीनियर/सर्वेक्षक की पहचान है। इन्जीनियर के हाथ में फीता देखकर, ठेकेदार घबरा जाता है और जमीनदार अपनी जमीन (भूमि) का चक्कर काटने लगता है।

फीता अनेक पदार्थों से बनाया जाता है। यह चमड़े/इस्पात के एक गोल खोल (Case) में लिपटा रहता है। फीते के सिरे पर एक चपटा छल्ला लगाया जाता है, जिसमें अँगुली डालकर, इसे खोला जाता है। फीते को लपेटने के लिये खोल के मध्य में एक चक्री लगी रहती है।

मुख्य फीतों के नाम इस प्रकार हैं—

(i) सूती फीता (Cloth or Linen Tape)
(ii) मेटेलिक या तार-बुना फीता (Metallic Tape)
(iii) इस्पाती फीता (Steel Tape)
(iv) इन्वार फीता (Invar Tape)।

उपरोक्त फीतों का वर्णन निम्न है। अब P.V.C. का प्रलेपन किये हुये फाइबर ग्लास (Fiber Glass) के फीते भी बनने लगे हैं।

2.10-1 सूती फीता (Cloth or Linen Tape)—अच्छे सूत की 12-15 मिमी० चौड़ी पट्टी पर वार्निश पोत कर यह फीता बनाया जाता है। यह फीता 66 फुट, 100 फुट अथवा मीटरी प्रणाली में 10 मी०, 20 मी०, व 30 मी० की लम्बाई में बनाये जाते हैं।

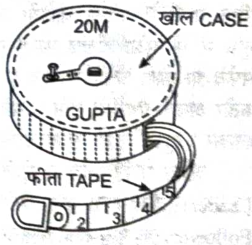
सूती फीता काफी सस्ता होता है, परन्तु इसकी आयु कम होती है। यह फीता तनाव व झटकों से शीघ्र टूट जाता है और भीग जाने पर अपनी मानक लम्बाई खो देता है। खोल में लपेटने से पहले इसे साफ कर लेना चाहिये।

परिशुद्ध कार्यों के लिये सूती फीता ठीक नहीं है।

2.10-2 मेटेलिक या तार बुना फीता (Metallic Tape)—उच्च सामर्थ्य के लिनन धागों के साथ-साथ धातु की बहुत महीन तारें बुनकर 10-15 मिमी० की चौड़ी पट्टी में यह फीता बनाया जाता है और नमी से बचाने के लिये इस पर वार्निश कर दी जाती है। धातु की तारें डालने से यह फीता पर्याप्त मजबूत हो जाता है और सामान्य खींच पर बढ़ता नहीं है और झटके भी सहन कर लेता है। धातु की महीन तारों के डाले जाने के कारण ही यह मेटेलिक (धात्विक) फीता कहलाता है।

मेटेलिक फीता अब 10, 15, 20, 30 तथा 50 मी० की लम्बाई में उपलब्ध है। यह मीटर तथा सेमी० के अंश तक अंकित होता है। फीते के सिरे पर लगे छल्ले की लम्बाई भी प्रथम मीटर-दूरी में सम्मिलित रहती है। फीते का दूसरा सिरा चमड़े के खोल (Case) में लगी एक कीलक से बंधा रहता है। खोल के ऊपर लगी नाब (Knob) के घुमाने से फीता केस के भीतर सरकने लगता है अथवा बाहर आता है।

फीते से माप लेते समय इसकी ऐंठन निकाल देनी चाहिये और खींच कर (सामान्य बल से) पूर्णतः सिधाई में ले आना चाहिये। जब फीता उपयोग में न हो तो चक्री घुमाकर इसे खोल में लपेट देना चाहिये।



चित्र 2.10–मेटेलिक फीता (Metallic Tape)

2.10-3 इस्पाती फीता (Steel Tape)—यह फीता 6 mm से 10 mm चौड़ी व लचकदार इस्पातीय पत्ती का बना होता है। इस पर दूरी के निशान बड़ी शुद्धता से बनाये जाते हैं। इस्पाती फीता 1, 2, 5, 10, 20 व 30 मी० की लम्बाई में उपलब्ध है। इस पर 5 mm तक माप पढ़े जा सकते हैं। फीते को बड़ी आसानी से खोल में लपेटा जा सकता है। नाप लेते समय इसमें मेटेलिक फीते की भाँति ऐंठन नहीं पड़ती हैं। यह तनाव पड़ने पर भी अपनी निर्दिष्ट लम्बाई बनाये रखता है।

परिशुद्ध कार्य के लिये इस्पाती फीते को वरीयता दी जाती है। इसे सावधानी से उपयोग करना चाहिये और जंग लगने से बचाना चाहिये। कार्य समाप्ति पर इसे साफ करके, थोड़ा मशीनी तेल लगा देना चाहिये।

2.10-4 इन्वार फीता (Invar Tape)—यह फीता मिश्र धातु (निकल एवं इस्पात) का बना होता है। इसका तापीय प्रसार गुणांक बहुत ही कम होता है (इस्पात का $\frac{1}{30}$ भाग)। इन्वार फीता उच्च परिशुद्ध नापों के लिये इस्तेमाल किया जाता है।

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

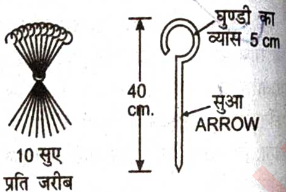
इन्वार फीता 6 mm की संकरी पत्ती का 30, 50 और 100 मी० की लम्बाई में उपलब्ध होता है।

इन्वार फीता काफी नाजुक तथा महँगा होता है। यह आसानी से टूट जाता है। अत: इसका प्रयोग बड़ी सावधानी से तथा विशेष कार्यों के लिये ही करना चाहिये।

§ 2.11. सुआ या तीर (Arrow or Marking Pin) :

जरीब द्वारा जमीन पर नापी दूरी की निशानदेही करने तथा गणना करने के लिये सुआ (तीर) इस्तेमाल होता है। जरीब फैलाकर तथा खींच कर उसके सिरे पर सुआ (जमीन में) गाड़ दिया जाता है और जरीब आगे बढ़ा ली जाती है। एक जरीब के साथ 10 सुए उपलब्ध कराये जाते हैं। सुए को **जरीब पिन** (Chain Pin) भी कहते हैं।

I.S. 1842–1961 के अनुसार सुआ 4 mm मोटी इस्पातीय तार का बनाया जाता है। इसकी लम्बाई 40 cm रखी जाती है। सुआ का एक सिरा नुकीला (जमीन में गाड़ने के लिये) होता है तथा दूसरे सिरे पर 5 सेमी० व्यास की घुण्डी (लूप) बनी होती है। सुए को सीधा धरती में गाड़ना चाहिये। ऊँची घास-फूँस उगी भूमि में भी सुआ दिखाई पड़ता रहे, इसकी घुण्डी में सफेद या लाल कपड़े का टुकड़ा बाँध दिया जाता है।



चित्र 2.11–सुआ (Arrow)

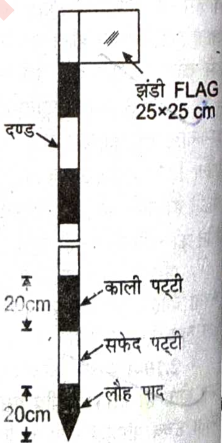
कठोर अथवा पथरीली भूमि में यदि सुआ गाड़ना कठिन पड़ता हो, तो जमीन पर क्रास का निशान बनाकर (खुरच कर) सुआ उसके निकट रख देना चाहिये।

जरीब मापन कार्य में सुओं की गिनती पर विशेष ध्यान देना चाहिये। जितने सुएं अगुआ (Leader) चैन फैला कर जमीन में गाड़ता है, उतने ही सूये उखाड़ने के बाद अनुचर (Follower) के पास होने चाहिये। संख्या में अन्तर आ जाने पर, जरीब कार्य की लम्बाई में त्रुटि होती है। अत: भूल-चूक से बचने के लिये जरीब के साथ सुओं की संख्या (10 सुंए) निर्धारित कर दी गयी है।

§ 2.12. आरेखन दण्ड (Ranging Rod) :

सर्वेक्षण स्टेशनों की दूर से पहचान के लिये तथा भूमि पर सर्वेक्षण रेखा डालने व इसकी सिधाई की जाँच करने के लिये आरेखन दण्ड का उपयोग किया जाता है। जब एक सिरे से देखने पर तीन आरेखन दण्ड आँख की सीध में होते हैं, तो उनको मिलाने वाली रेखा, सीधी होती है।

आरेखन दण्ड भली प्रकार से संशोधित (Seasoned) तथा सीधे रेशों वाली लकड़ी का बनाया जाता है। यह 30 मिमी० व्यास का गोलाकार तथा 2 या 3 मी० लम्बा दण्ड होता है। इसके निचले सिरे पर लोहे की नुकीली शाम (Shoe) लगी रहती है, ताकि यह आसानी से भूमि में गाड़ा जा सके और सीधा खड़ा रहे। पहचान के लिये दण्ड को 0·20 मी० की ऊर्ध्वाधर



चित्र 2.12—आरेखन दण्ड (Ranging Rod)

पट्टियों (Band) में, एकान्तर से काले/सफेद अथवा लाल/सफेद रंग में पोत दिया जाता है। इस प्रकार यह जंगल की वनस्पति में भी दूर से पहचाना जा सकता है। अब इस्पात, एल्यूमिनियम नलिका से बने आरेखन दण्ड भी उपलब्ध हैं, जो काफी हल्के व अधिक आयु वाले होते हैं।

कठोर भूमि में जहाँ आरेखन दण्ड गाड़ना कठिन पड़ता हो, इसे पत्थरों के ढेर में सीधा खड़ा कर दिया जाता है।

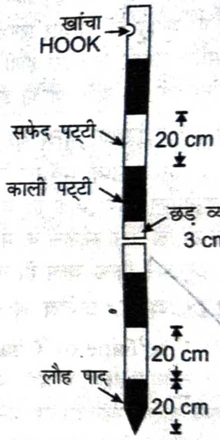
आरेखन दण्ड 200 मी० की दूरी तक स्पष्ट नजर आ जाते हैं। यदि दूरी अधिक है, तो दण्ड के ऊपर 30–50 सेमी० की चौकोर लाल या सफेद झण्डी बाँध दी जाती है।

2.12-1 आरेखन बाँस (Ranging Pole)—अधिक लम्बी सर्वेक्षण रेखाओं के आरेखन के लिये आरेखन बाँस प्रयोग किया जाता है। यह आरेखन दण्ड से लम्बाई में काफी बड़ा (4 से 8 मी०) होता है। बाँस का घेरा 20 से 30 cm होता है। इसको रंगा नहीं जाता, परन्तु इसके ऊपरी सिरे पर लाल/सफेद झण्डी लगा दी जाती है। आरेखन बाँस ऊँचा होने के कारण अधिक दूरी से दीख जाता है। आरेखन बाँस की ऊर्ध्वता की जाँच के लिये इसके साथ एक साहुल लटका दिया जाता है।

2.13. खसका दण्ड (अन्तर्लम्बन दण्ड) (Offset Rod) :

यह दण्ड बनावट में आरेखन दण्ड जैसा ही होता है, परन्तु इसके ऊपरी सिरे पर एक खाँचा बना रहता है (चित्र 2.13), जिसमें जरीब का हैण्डल फँसा कर, जरीब को झाड़ी/खाई आदि बाधाओं के उस पार घसीट लिया जाता है।

खसका दण्ड की लम्बाई ठीक 2 मीटर होती है और इसे 0·20 मी० की सफेद/काली दस पट्टियों में पोत दिया जाता है। इस व्यवस्था से खसका दण्ड से सर्वेक्षण रेखा के खसके तथा दूरी नापी जा सकती है। खसका दण्ड को **अन्तर्लम्ब दण्ड** भी कहते हैं।



चित्र 2.13—खसका दण्ड (Offset Rod)

2.14. खूँटी (Pegs) तथा काष्ठ हथौड़ा (Mallet) :

(a) खूँटी—क्षेत्र में स्टेशन (सर्वेक्षण स्टेशन) की पहचान के लिये, उस बिन्दु पर लकड़ी की खूँटी गाड़ दी जाती है। खूँटी के शीर्ष पर स्टेशन की संख्या/नाम भी लिख दिया जाता है।

खूँटी कठोर लकड़ी की होनी चाहिये। यह शीर्ष पर 5 cm × 5 cm (वर्गाकार) तथा लम्बाई 15 cm से 20 cm होती है। इसका भूमि में गाड़ा जाने वाला सिरा नुकीला होता है। खूँटी को लकड़ी के हथौड़े से इस प्रकार ठोकना चाहिये कि यह जमीन से लगभग 5 cm ऊपर उठी रहे, ताकि ढूँढने में कठिनाई न हो। खूँटी का केन्द्र बिन्दु जानने के लिये इसके शीर्ष में एक कील गाड़ दी जाती है।

(b) काष्ठ हथौड़ा—लकड़ी की खूँटी को जमीन में गाड़ने के लिये काष्ठ हथौड़ा ठीक रहता है, क्योंकि इसकी चोट से खूँटी फटती नहीं है। यह भी कठोर लकड़ी का बना होता है।

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

§ 2.15. साहुल (Plumb Bob) :

यह धातु का शंखूनुमा पिण्ड होता है, जिसके शीर्ष में एक मजबूत डोरी बँधी होती है। साहुल को जब डोरी पकड़ कर लटकाया जाता है, तो इसका निचला नोकीला सिरा ठीक ऊर्ध्वाधर रेखा दर्शाता है।

किसी ऊँचे बिन्दु की स्थिति धरती तल पर अन्तरण करने के लिये भी साहुल काम में आता है। ढालू जमीन पर जरीब मापन करते समय तथा आरेखन दण्ड को ठीक ऊर्ध्वाधर खड़ा करने में साहुल द्वारा जाँच की जाती है। कम्पास, लेवल, थियोडोलाइट आदि उपकरणों की स्थिति ठीक स्टेशन-बिन्दु (खूँटी) पर केन्द्रण करने के लिये भी साहुल लटका कर देखा जाता है।

चित्र 2.14–साहुल

§ 2.16 झण्डियाँ (Flags) :

क्षेत्र में दूरी पर खड़े किये आरेखन दण्डों की पहचान के लिये, इनके शीर्ष पर कपड़े की चौकोर झण्डी बांध दी जाती है। झण्डी सामान्यत: लाल या सफेद कपड़े की बनी होती है। विभिन्न स्टेशनों की पहचान के लिये, विभिन्न रंगों की झण्डियाँ भी इस्तेमाल की जाती हैं।

§ 2.17 संरेखण यन्त्र या लाइन रेंजर (Line Ranger) :

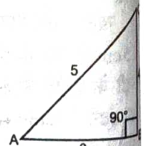
अधिक लम्बी सर्वेक्षण रेखाओं का आरेखन करने के लिये, संरेखण यन्त्र (लाइन रेंजर) का इस्तेमाल किया जाता है। जब दो स्टेशन अधिक दूरी के कारण, आयल में साफ दिखाई न पड़ते हों, तो दोनों स्टेशनों के मध्य खड़े होकर तथा लाइन रेंजर से दोनों स्टेशनों का प्रेक्षण करते हुये, आरेखन किया जाता है। लाइन रेंजर की प्रयोग विधि अनुच्छेद **2.24** में दी गयी हैं।

§ 2.18. फीते/ जरीब से लम्ब डालना (Setting Out Right-Angles with a Tape or Chain) :

जरीब सर्वेक्षण में प्राय: जरीब रेखा के किसी बिन्दु से लम्ब निकालने अथवा बाहरी बिन्दु से लम्ब डालने पड़ते हैं। यह जरीब रेखा के दायें-बायें स्थित महत्वपूर्ण बिन्दुओं की स्थिति (दूरी) ज्ञात करने के लिये किया जाता है।

क्योंकि जरीब सर्वेक्षण इतना परिशुद्ध सर्वेक्षण नहीं है, अत: कार्य की दृष्टि से फीते/जरीब से लम्ब निकालना/डालना सन्तोषजनक रहता है। अधिक शुद्धता के लिये गुनिया उपकरण प्रयोग किये जा सकते हैं। फीते द्वारा लम्ब निकालने/डालने की प्रक्रिया निम्न है; गुनिया उपकरणों का वर्णन अगले अनुच्छेदों में किया गया है।

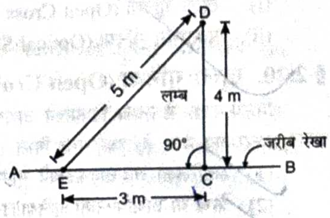
(i) जरीब रेखा के किसी बिन्दु से लम्ब निकालना (To Erect a Perpendicular)— त्रिकोणमिति के अनुसार 3, 4, 5 (इकाई) वाली त्रिभुज की 3 व 4 भुजाओं के मध्य बनने वाला कोण सदा **समकोण** (90°) होता है (चित्र 2.15)। इस तथ्य के आधार पर जरीब रेखा के वाँछित बिन्दु से लम्ब निकालने की प्रक्रिया इस प्रकार है। इसे **3–4–5 विधि** भी कहते हैं।



चित्र 2.15

माना AB कोई सर्वेक्षण रेखा है (चित्र 2·16) और इसके बिन्दु C से एक लम्ब (90° रेखा) निकालना है। 10 मी० वाला फीता लें और सर्वेक्षण रेखा के बिन्दु C से 3 मी० की दूरी पर (आगे अथवा पीछे की तरफ) एक निशान लगायें। माना यह बिन्दु E है। अब फीते को 9 मी० खोल लें और अपने

सहायकों को कहें कि शून्य अंक वाला सिरा E पर तथा 9 मी० का अंक बिन्दु C पर रखें/बाँध दें। अब फीते का 5 मी० का निशान हाथ में पकड़ कर फीते को कस कर खींचे और नये बिन्दु D को ढूँढें ताकि फीते की DE और DC लम्बाइयों में झोल न रहे (फीते के 5 मी० के निशान पर एक पेन्सिल अथवा सूआ लगा कर भी फीता ताना जा सकता है)। इस प्रकार बिन्दु D लम्ब रेखा पर स्थापित हो जायेगा।



चित्र 2.16—लम्ब निकालना

DC को मिलायें। कोण DCE 90° का होगा, क्योंकि त्रिभुज CDE में—

$$DE^2 = CD^2 + CE^2$$

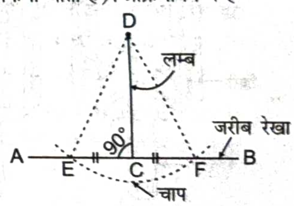
अथवा $$5^2 = 4^2 + 3^2$$ (समकोण त्रिभुज की शर्त)

(अन्य विधि के लिये अनुच्छेद 2.45 देखें)

(2) किसी बाहरी बिन्दु से जरीब रेखा पर लम्ब डालना (To Drop a Perpendicular)— लम्ब डालने की प्रक्रिया निम्न है—

मानलो AB सर्वेक्षण रेखा है और D एक ऐसा बिन्दु है जो जरीब रेखा से बाहर स्थित है और इस से जरीब रेखा पर एक लम्ब डालना (गिराना) है (यदि बिन्दु D अगम्य–Inaccessible है तब गुनिया उपकरणों का प्रयोग किया जाता है)। प्रक्रिया निम्न है—

फीते के शून्य अंक (हुक) को पकड़ कर बिन्दु D पर खड़े हो जायें और फीते को पर्याप्त लम्बाई में खोलकर एक ऐसा चाप लगायें, जो सर्वेक्षण रेखा AB के किन्हीं दो बिन्दुओं को काटे। मान लो ये बिन्दु E व F हैं। रेखा EF को समद्विभाजित करें। इस का मध्य बिन्दु C होगा। DC को मिलायें। यह रेखा सर्वेक्षण रेखा AB पर लम्ब होगी (चित्र 2.17)



चित्र 2.17–लम्ब डालना

जब उपरोक्त चाप सर्वेक्षण रेखा को केवल एक ही बिन्दु पर काटे तो वह कटान बिन्दु भी वाँछित लम्ब का पाद अर्थात् बिन्दु C ही होगा, परन्तु इस प्रकार बिन्दु प्राप्त करने में कई जाँच (Trial) करनी पड़ सकती हैं और कार्य में त्रुटि भी हो सकती है।

(अन्य विधियों के लिये अनुच्छेद 2.45 देखें)।

§ 2.19. समकोण रेखा डालने के यन्त्र (Instruments for Ranging Right-Angled Lines) :

शुद्धता से सर्वेक्षण रेखा के किसी बिन्दु पर समकोण निकालने अथवा किसी बाहरी बिन्दु से रेखा पर लम्ब डालने के लिये निम्न समकोण-दर्शी यन्त्र काम में लाये जाते हैं। जरीब सर्वेक्षण में ऐसे लम्ब या खसके प्राय: डालने पड़ते हैं, क्योंकि इस सर्वेक्षण में कोणीय मापन नहीं लिये जाते हैं।

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(i) खुला गुनिया (Open Cross Staff)
(ii) प्रकाशीय गुनिया (Optical Square)

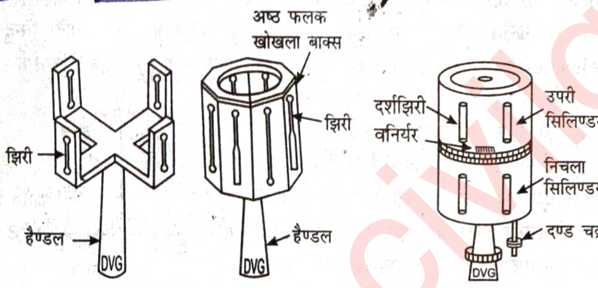
§ 2.20. खुला गुनिया (Open Cross Staff) :

किसी रेखा से लम्ब निकालने अथवा रेखा पर लम्ब डालने के लिये खुला गुनिया एक सरल प्रकार का यन्त्र है। यह यन्त्र निम्न तीन प्रकार का होता है—

(1) स्वास्तिका या चारफलकी गुनिया (Simple Cross Staff)
(2) फ्रेंच या अष्ठफलकी गुनिया (French Cross Staff
(3) समायोज्य गुनिया (Adjustable Cross Staff)।

वर्णन निम्न हैं—

(i) स्वास्तिका खुला गुनिया—इस गुनिया के क्रॉस ब्लाक में दो जोड़ी खड़ी दर्श झिरियाँ (Sight Vanes) कटी होती हैं, जो एक-दूसरी के ठीक समकोणक होती हैं। एक जोड़ी में, एक झिरी बहुत महीन तथा दूसरी ठीक इसके संमुख, दूसरी कुछ चौड़ी होती है, जिसमें एक धागा या घोड़े का बाल बन्धा रहता है। महीन झिरी से देखने पर, इन जोड़ियों से जो दो दृष्टि-रेखायें अलग-अलग दिशाओं में निकलती हैं, वे एक-दूसरी के ठीक समकोणक होती हैं। गुनिया को हाथ में पकड़ने के लिये, इसकी तली पर हैण्डिल लगा होता है, अथवा इसे दण्ड (Pole) पर कसकर, जमीन पर भी गाढ़ा जा सकता है। (चित्र 2.18-a)।



(a) स्वास्तिका गुनिया (b) फ्रेंच गुनिया (c) समायोज्य गुनिया

चित्र 2.18—गुनिया यन्त्र (Cross Staff)

सर्वेक्षण रेखा के जिस बिन्दु पर समकोण बनाना हो, वहाँ पर खड़े होकर, गुनिया की एक दृष्टि-रेखा को सर्वेक्षण रेखा की ठीक सीध में लाया जाता है। अब गुनिया यन्त्र की जो दूसरी दृष्टि-रेखा होगी, वह पहली दृष्टि-रेखा अथवा सर्वेक्षण रेखा के ठीक 90° पर होगी। अब इस समकोणक दृष्टि-रेखा पर आरेखन दण्ड गाड़ दिया जाता है। दूसरी जोड़ी से समकोणक दृष्टि रेखा देखने के लिये, घूमकर इस पर आना होता है, परन्तु ऐसा करते समय गुनिया की स्थिति नहीं बदलनी चाहिये।

जब किसी बाहरी बिन्दु से सर्वेक्षण रेखा पर लम्ब डालना हो, तो सर्वेक्षण रेखा पर चलते-चलते, ऐसे बिन्दु पर आकर ठहरते हैं, जहाँ से गुनिया की एक दृष्टि-रेखा, सर्वेक्षण रेखा

पर सटे और दूसरी दृष्टि रेखा बाहरी बिन्दु को काटते हुये निकले। अब गुनिया की स्थिति ठीक लम्ब के पाद पर होगी।

(2) फ्रेंच गुनिया—इस गुनिया में 8 फलकों वाली एक छोटी नलिका (डिब्बी) होती है, जिसमें एकान्तर में ऊर्ध्व दर्श-झिर्री तथा ऊर्ध्व खिड़की-झिर्री बनी होती है। खिड़की झिर्री में महीन तार अथवा घोड़े का बाल (Horse Hair) लगा रहता है (चित्र 2.18 b)। इस प्रकार इस गुनिया से एक-दूसरी के 45° का कोण बनाते हुये चार दृष्टि रेखायें निकलती हैं।

फ्रेंच गुनिया से रेखाओं पर समकोण डाले जाते हैं और 45° के कोण भी स्थापित किये जा सकते हैं।

(3) समायोज्य गुनिया : इस गुनिया में दो समान व्यास (8 सेमी०) व ऊँचाई (5 सेमी०) के बेलन (सिलिण्डर) एक-दूसरे के ऊपर इस प्रकार सेट किये जाते हैं, कि ऊपरी सिलिण्डर (एक घुंडीदार स्क्रू द्वारा चालित दण्ड-चक्री (Rack-Pinion) व्यवस्था से) निचले सिलिण्डर पर क्षैतिज समतल में घुमाया जा सके। दोनों सिलिण्डरों में दर्श-झिर्रियाँ कटी रहती हैं। निचले सिलिण्डर की परिधि पर डिग्री व डिग्री-अंश के निशान बने होते हैं जबकि ऊपरी सिलिण्डर पर, इनके अनुरूप एक वर्नियर सटा रहता है (चित्र 2.18-c)। यह गुनिया क्षेत्र में लम्ब डालने तथा कोणीय-रेखायें स्थापित करने के काम भी आता है।

गुनिया दण्ड को ठीक से ऊर्ध्व न पकड़ पाने अथवा बार-बार अपनी स्थिति बदलकर दृष्टि रेखा लेने के कारण, इन यन्त्रों से स्थापित समकोणों की शुद्धता कम होती है। अब जरीब-रेखा पर लम्ब डालने/निकालने के लिये प्रकाशीय गुनिया अथवा अन्य परिशुद्ध यन्त्र उपलब्ध हैं।

2.21. प्रकाशीय गुनिया (Optical Square) :

प्रकाशीय गुनिया से सर्वेक्षण रेखा पर ऊपर वर्णित गुनिया से अधिक परिशुद्धता से समकोण डाले जा सकते हैं। यह प्रकाश किरणों के दर्पण से टकराकर परावर्तित होने के सिद्धान्त पर कार्य करता है।

प्रकाशीय गुनिया निम्न तीन प्रकार के होते हैं—

(i) गोल प्रकाशीय गुनिया (Cylindrical Optical Square)
(ii) भारतीय प्रकाशीय गुनिया (Indian Optical Square)
(iii) प्रिज्मीय प्रकाशीय गुनिया (Prism Square)

2.21-1 गोल प्रकाशीय गुनिया (Cylindrical Optical Square)

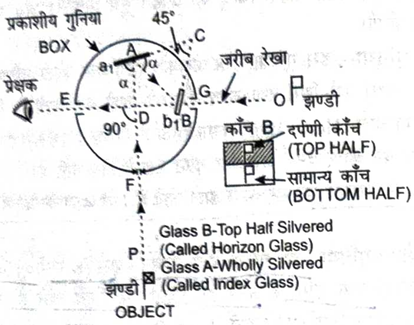
(a) उपकरण—5 सेमी० व्यास की तथा 1·25 सेमी० ऊँची धातु की एक गोल डिबिया (Box) के अन्दर दो खड़े दर्पण *A* तथा *B* इस प्रकार स्थापित होते हैं कि उनके मध्य ठीक 45° का कोण बनता है (चित्र 2.19)।

दर्पण *A* पूरी तरह परावर्तकित (दर्पणी) (Silvered) होता है, जबकि दर्पण *B* का ऊपरी आधा भाग दर्पणी (Silvered) होता है और नीचे का आधा भाग साधारण काँच (Un-silvered) का रहता है। दर्पण *A* की दिशा को ऊपर ढक्कन में लगे एक पेंच की सहायता से समायोजित किया जा सकता है, जबकि काँच *B* पूर्ण रूप से आबद्ध होता है। इन काँचों के सामने, डिबिया की

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET

This is the subtitle of PDF, Use long text here.



चित्र 2.19–प्रकाशीय गुनिया (Optical Square)

ऊर्ध्वाधर फलक में तीन झिर्री बनी होती हैं। एक नेत्र झिर्री (E), इसके ठीक सामने वाली खिड़ झिरी (G) तथा दोनों का मिलाने वाली रेखा के समकोणक वाली तीसरी झिर्री आयताकार (F) हे है।

प्रेक्षक (Observer) जरीब रेखा पर खड़ा होकर, झिर्री E के ठीक सामने बिन्दु O पर आरेखन दण्ड को काँच B के निचले साधारण भाग में से देखता है। यह प्रकाश किरण उस सीधी पहुँचती है।

इसके साथ ही बिन्दु P पर गाड़े गये आरेखन दण्ड का प्रतिबिम्ब भी वह इसी दर्पण ऊपरी भाग पर बनता हुआ देखता है। यह प्रकाश किरण झिर्री F से घुस कर दर्पण A पर आती और परावर्तित होकर दर्पण B पर जाती है और इस से भी परावर्तित होकर (अर्थात् दो ब परावर्तित होकर) उसकी आँख तक पहुँचती है।

यदि आरेखन दण्ड O तथा P, दोनों का प्रतिबिम्ब एक ही ऊर्ध्वाधर सीध में काँच B दिखते हैं, तो दोनों रेखाओं के मध्य 90° का कोण होगा, जो निम्न प्रकार सिद्ध किया जा सक है—

मान लो बिन्दु P से आने वाली प्रकाश किरण PA दर्पण A के साथ α कोण बनाती अत:

$$\angle DAa_1 = \alpha$$

तब $\angle CAB = \alpha$ होगा (परावर्तन-सिद्धान

परन्तु $\angle ACB = 45°$ (दर्पणों की स्थि

$\therefore$ $\angle ABC = 180° - [45° + \alpha]$

$= 135° - \alpha$

पुन: $\angle DBb_1 = \angle ABC$ (परावर्तन-सिद्धान्त)

$= 135° - \alpha$

अत: $\angle ABD = 180° - 2(135° - \alpha)$

$= 2\alpha - 90°$ ...(i)

परन्तु $\angle DAB = 180° - 2\alpha$ ...(ii)

अब ΔADB पर विचार करने पर—

$$\angle ADB = 180° - \angle DAB - \angle ABD$$
$$= 180° - [180° - 2\alpha] - [2\alpha - 90°]$$
$$= 180° - 180° + 2\alpha - 2\alpha + 90°$$

$\therefore$ $\angle ADB = 90°$ ...(iii)

अत: यदि P और O के प्रतिबिम्ब एक ही सीध में नजर आते हैं तो इन बिन्दुओं से आने वाली रेखायें एक दूसरी के समकोण होंगी

(b) प्रयोग विधि—जरीब रेखा के जिस बिन्दु पर लम्ब डालना हो, प्रेक्षक उपकरण को हाथ में पकड़ कर वहाँ खड़ा हो जाता है और इसकी झिर्री E से जरीब रेखा पर गाड़े गये आरेखन दण्ड O को देखता है (चित्र 2.19)। उसका सहायक अन्य आरेखन दण्ड लेकर अन्दाज से जरीब रेखा के समकोण बिन्दु P पर खड़ा हो जाता है, जिसका प्रतिबिम्ब प्रेक्षक को दर्पण B पर दिखाई देने लगेगा। अब प्रेक्षक सहायक को दायें या बायें हटने को कहेगा, जब तक इस दण्ड का प्रतिबिम्ब तथा जरीब रेखा का दण्ड, दोनों दर्पण B पर एक ही सीध में दिखाई पड़ते हैं।

जब दोनों दण्डों के प्रतिबिम्ब ठीक एक सीध में दिखाई देने लगें, तो प्रेक्षक सहायक को उसी बिन्दु (अर्थात् P) पर दण्ड गाड़ने को कहेगा। अब बिन्दु P जरीब रेखा के ठीक लम्ब रेखा पर स्थित होगा।

इसी प्रकार यदि किसी बाहरी बिन्दु के लम्ब का पाद (Foot) जरीब रेखा पर ज्ञात करना है, तो प्रेक्षक उपकरण को हाथ में पकड़ कर जरीब रेखा पर चलते हुये ऐसे बिन्दु पर जा कर रुक जायेगा, जहाँ बाहरी बिन्दु पर गाड़े गये दण्ड का तथा जरीब रेखा के दण्ड का प्रतिबिम्ब एक सीध में दर्पण B पर दिखाई पड़ें। अब उपकरण के ठीक नीचे का बिन्दु, बाहरी बिन्दु की लम्ब रेखा का पाद होगा।

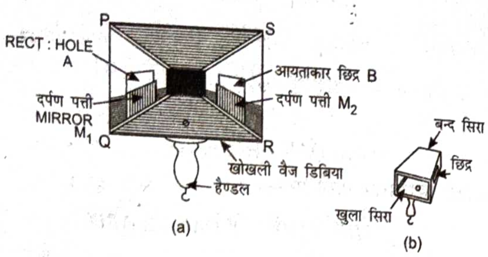
यदि लक्ष्य (Object) जरीब रेखा के दायें हाथ पड़ता है, तो प्रकाशीय गुनिया को बायें हाथ में थामा जाता है, यदि स्थिति विपरीत है, तो दायें हाथ में।

2.21-2 भारतीय प्रकाशीय गुनिया (Indian Optical Square)—

(a) उपकरण—यह एक सरल प्रकार का प्रकाशीय गुनिया है। इसकी आकृति समलम्बाकार (Wedge) प्रकार की खोखली डिबिया जैसी होती है, जिसका चौड़ा सिरा (PQRS) पूर्ण खुला होता है और इसमें ठीक सामने की फलक पूर्णत: बन्द होती है। डिबिया की तिरछी पार्श्व फलकों पर 45° के कोण पर एक-एक दर्पण लगा होता है (M_1 व M_2) और दर्पणों के ऊपरी भाग में आयताकार झिरी (A व B) होती है (चित्र 2.20)।

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.



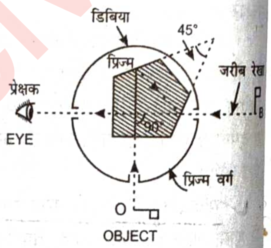
चित्र 2.20–भारतीय प्रकाशीय गुनिया (Indian Optical Square)

(b) प्रयोग विधि—प्रेक्षक जरीब रेखा पर खड़ा होकर, उपकरण की खुली फलक *PQRS* को लक्ष्य (Object), जहाँ से जरीब रेखा पर लम्ब डालना है, की ओर रखता है औ छिद्र *A* अथवा *B* से सुविधानुसार जरीब रेखा पर लगे आरेखन दण्ड को देखता हुआ, जरीब रेख पर आगे-पीछे चलता है, और ऐसी स्थिति प्राप्त कर लेता है, जहाँ से दोनों दण्डों (जरीब रेखा प तथा लक्ष्य बिन्दु पर गाड़े) का प्रतिबिम्ब उपकरण के सामने वाले दर्पण में ठीक एक सीध मे पड़ता दिखाई दें।

जब ऐसा हो जाये, तो उपकरण की स्थिति लक्ष्य के लम्ब के ठीक पाद पर होगी। इस बिन्दु को साहुल द्वारा अथवा कंकर गिराकर भूमि पर उतार लिया जाता है।

प्रेक्षण के समय आँख को झिर्री के निचले किनारे के उस कोने की तरफ रखते हैं, जो खुले सिरे *PQRS* के पास पड़ता है और दूसरी झिर्री से विकर्ण दिशा में देखते हैं।

2.21-3 प्रिज्मी प्रकाशीय गुनिया (Prism Square)—यह उपकरण भी लम्ब डालने के काम आता है और प्रकाशीय गुनिया के सिद्धान्त पर कार्य करता है, परन्तु प्रिज्मीय गुनिया, प्रकाशीय गुनिया से अधिक विश्वसनीय तथा सरल पड़ता है। इसमें प्रिज्म की फलकों को ही 45° पर बनाया जाता है, ताकि परावर्तित किरणें अधिक प्रकाशित होकर प्रेक्षक तक पहुँच सकें और उपकरण को किसी समायोजन की आवश्यकता न पड़े (चित्र 2.21)।

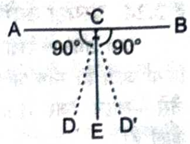


चित्र 2.21–प्रिज्मी प्रकाशीय गुनिया (Prism Square)

प्रिज्मी प्रकाशीय गुनिया (प्रिज्म वर्ग) की प्रयोग विधि भी प्रकाशीय गुनिया की भाँति है।

§ 2.22. प्रकाशीय गुनिया की जाँच एवं समायोजन (Testing and Adjustment of Optical Square) :

गोल प्रकाशीय गुनिया (अनुच्छेद 2.21-1) में दर्पण *A* तथा *B* ठीक 45° के कोण पर स्थापित होने चाहियें। इस आशय के लिये उपकरण के ऊपर ढक्कन में एक पेंच लगा रहता है, जिसको घुमाने से दर्पण *A* की स्थिति समायोजित की जा सकती है। दर्पण *B* पूर्णत: आबद्ध (Fixed) रहता है।



चित्र 2.22

प्रकाशीय गुनिया की जाँच निम्न प्रकार की जाती है—

(i) किसी सीधी रेखा *AB* के बिन्दु *C* पर, *A* की ओर मुँह करके खड़े हो जायें और उपकरण से एक लम्ब *ACD* निकालें। सहायक को *D* पर दण्ड लगाने को कहें।

(ii) अब *C* पर ही खड़े, अपना मुँह बिन्दु *B* की ओर घुमायें और उपकरण से दूसरा लम्ब *BCD'* डालें। सहायक को *D'* पर दण्ड गाड़ने को कहें।

(iii) यदि *D* व *D'* एक ही बिन्दु हैं, तो उपकरण ठीक है। यदि ये अलग-अलग बिन्दु हैं, तो गुनिया के समायोजन की आवश्यकता है।

समायोजन—(i) रेखा *DD'* को मिलाकर, उसका मध्य बिन्दु *E* ज्ञात करें और यहाँ पर दण्ड *E* गाड़ दें।

(ii) अब समायोज्य दर्पण (चित्र 2.19 में दर्पण *A*) को इस तरह घुमायें (घुमाने के लिये डिबिया के ऊपर एक पेंच लगा रहता है), कि दण्ड *E* तथा *B* के प्रतिबिम्ब एक ऊर्ध्वाधर सीध में आ जायें।

(iii) पलट कर दण्ड *E* तथा *A* के प्रतिबिम्बों की भी जाँच कर लें।

§ 2.23. सर्वेक्षण या जरीब रेखाओं का आरेखन (Ranging of Survey or Chain Lines) :

धरती पर स्थित दो बिन्दुओं (Stations) के मध्य दूरी ज्ञात करने के लिये, उनको मिलाने वाली सीधी रेखा पर जरीब अथवा फीता फैलाना पड़ता है। जब यह बिन्दु जरीब की लम्बाई से अधिक दूरी पर स्थित होते हैं, तो सीध बनाने के लिये, दोनों बिन्दुओं के मध्य अनेक सहायक या अन्तर्वर्ती बिन्दु स्थापित-करने पड़ते हैं। इन अन्तर्वर्ती बिन्दुओं के कारण सर्वेक्षक सीधी रेखा से भटकने नहीं पाता है।

अत: दो मुख्य बिन्दुओं की रेखा की सीध में, उनके मध्य अन्तर्वर्ती बिन्दुओं को स्थापित करने को **सीध बाँधना** या आरेखन कहते हैं। जरीब सर्वेक्षण में इस आलेखन की प्राय: आवश्यकता पड़ती रहती है।

रेखाओं का आरेखन, आरेखन दण्डों (Ranging Rods) की सहायता से किया जाता है। स्टेशनों की पहचान बनाने के लिये तथा अन्तर्वर्ती बिन्दुओं को चिन्हित करने के लिये, इन पर आरेखन दण्ड गाड़ दिये जाते हैं। आरेखन कार्य जरीब मापन से पूर्व करना होता है।

आरेखन निम्न तीन विधियों से किया जाता है—

civilguru.net

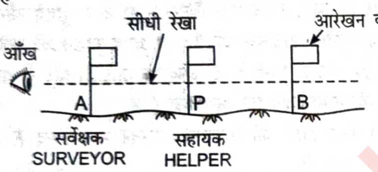
WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(i) प्रत्यक्ष आरेखन (Direct Ranging)
(ii) अप्रत्यक्ष आरेखन (Indirect Ranging)
(iii) यादृच्छिक रेखा विधि (Random Line Method)।

§ 2.24. प्रत्यक्ष आरेखन (Direct Ranging) :

जब सर्वेक्षण रेखा के दोनों छोर (स्टेशन) आपस में **दिखाई पड़ते हों**, तो प्रत्यक्ष आरेखन किया जाता है। सीध ज्ञात करने के लिये आँख से देखा जाता है या किसी प्रकाशीय उपकरण, जैसे—लाइन रेंजर (Line Ranger), थियोडोलाइट (Theodolite) आदि की सहायता ली जाती है।

2.24-1 आँख द्वारा आरेखन (Ranging by Eye)—यह विधि बहुत सरल है। इस आरेखन में एक सर्वेक्षक व एक सहायक की जरूरत पड़ती है। मान लो दो बिन्दु *A* तथा *B* हैं, जो काफी दूर हैं, परन्तु आपस में दिखाई दे रहे हैं और उनके मध्य आरेखन करना है। (चित्र 2.23)। प्रक्रिया इस प्रकार है—



चित्र 2.23–आँख द्वारा आरेखन (Ranging by Eye)

पहले बिन्दु *A* तथा *B* पर आरेखन दण्ड सीधे गाड़ दिये जाते हैं। अब सर्वेक्षक दण्ड *A* के थोड़ा पीछे (लगभग आधा मीटर) खड़ा हो जाता है और उसका सहायक एक आरेखन दण्ड लेकर मुख्य बिन्दुओं के मध्य अन्दाज से ऐसे बिन्दु पर जा कर खड़ा हो जाता है, जो *A – B* रेखा के लगभग सीध में हो तथा बिन्दु *A* से **एक जरीब से कम** दूरी पर हो। सहायक का मुख सर्वेक्षक अर्थात् बिन्दु *A* की तरफ होना चाहिये।

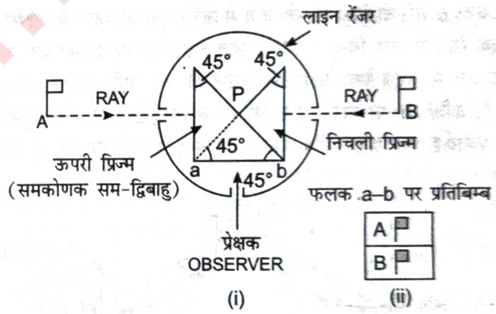
अब सर्वेक्षक *A* तथा *B* पर गाड़े गये आरेखन दण्डों को एक-आँख से देखता हुआ, सहायक को हाथ के संकेत से दायें अथवा बायें हटने को कहता है और जब वह हटता हुआ ठीक *A – B* रेखा की सीध में आ जाता है तो उसे (सहायक), उसी बिन्दु पर दण्ड गाड़ देने का आदेश देता है। इस प्रकार बिन्दु *P*, रेखा *A – B* पर स्थापित हो जाता है। जब दण्ड *A*, *P*, *B* एक सीध में होते हैं, तो सर्वेक्षक की आँख को तीनों दण्ड एक ही दिखाई देंगे।

इसी प्रकार अन्य अन्तर्वर्ती बिन्दु स्थापित करके आरेखन को आगे बढ़ाया जाता है और साथ ही मापन कार्य भी सम्पन्न किया जाता है।

2.24-2 लाइन रेंजर द्वारा आरेखन (Ranging by Line Ranger)—जब लम्बी रेखाओं का आरेखन करना होता है तो लाइन रेंजर उपकरण अधिक सुविधा जनक रहता है। इसमें केवल एक ही प्रेक्षक की आवश्यकता पड़ती है और रेखा के सिरे वाले बिन्दुओं पर जाने की आवश्यकता नहीं रहती है।

लाइन रेंजर (Line Ranger)—यह एक प्रकाशीय यन्त्र है, जो सर्वे-रेखा पर अतिरिक्त बिन्दु स्थापित करने के काम आता है। इस उपकरण में दो समकोणीय सम-द्विबाहु त्रिभुजीय प्रिज्म (Right-Angled Isosceles Prisms), एक-दूसरे के ऊपर इस प्रकार रखी जाती हैं कि उनके कर्ण एक-दूसरे काटें (चित्र 2.24)। आपाती किरणों के परावर्तन के लिये दोनों प्रिज्मों के कर्णों (Diagonals) को पारावर्तकित (Silvered) किया जाता है। दोनों प्रिज्में धातु के फ्रेम में सैट की जाती हैं। उपकरण को पकड़ने के लिये, इस की तली पर हैण्डल लगा रहता है, जिसके हुक में साहुल लटकाया जा सकता है।

बिन्दु *A* तथा *B* (जिन पर आरेखन दण्ड लगे हुये हैं) को देखते हुये, प्रेक्षक अन्दाज से वाँछित अन्तर्वर्ती बिन्दु *P* के निकट अपना मुँह रेखा *A – B* की तरफ करके खड़ा हो जाता है और उपकरण के फलक *a b* को अपनी आँख के तल पर लाकर देखता है।



चित्र 2.24–लाइन रेंजर द्वारा आरेखन (Ranging by Line Ranger)

बिन्दु *A* से एक प्रकाश किरण ऊपरी प्रिज्म के कर्ण से परावर्तित होकर तथा रेखा *A – B* के समकोण, प्रेक्षक तक पहुँचती है और इसी प्रकार बिन्दु *B* से दूसरी प्रकाश किरण निचली प्रिज्म से परावर्तित होकर आती है। अत: दोनों दण्डों (*A* तथा *B*) के प्रतिबिम्ब एक ही समय प्रेक्षक को उपकरण की फलक *a b* पर दिखाई देंगे।

प्रेक्षक उसी दिशा में (*A – B* के समकोण) कुछ आगे अथवा पीछे हटेगा और हटता रहेगा, जब तक उसे दोनों प्रतिबिम्ब एक सीधी ऊर्ध्वाधर रेखा में दिखाई नहीं देने लगते हैं।

जब दोनों दण्डों के प्रतिबिम्ब एक सीध में आ जायें (चित्र 2.24-ii) तो उपकरण के ठीक नीचे बिन्दु *P*, रेखा *A – B* पर स्थित होगा। उपकरण के हैण्डल में लगे हुक में साहुल लटका कर, अथवा कंकरी गिराकर बिन्दु *P* की शुद्ध स्थिति जमीन पर उतार ली जाती है, जिस पर बाद में आरेखन दण्ड गाड़ दिया जाता है। इसी प्रकार अन्य मध्यवर्ती बिन्दु स्थापित कर लिये जाते हैं।

लाइन रेंजर का समायोजन (Adjustment)—लाइन रेंजर की एक प्रिज्म उपकरण में पूर्णरूप से आबद्ध होती है, जबकि दूसरी एक स्क्रू द्वारा समंजित की जा सकती है। जब उपकरण समंजन में नहीं होता है, तब थियोडोलाइट उपकरण द्वारा तीन दण्ड एक ही सीध में गाड़े जाते हैं। प्रेक्षक लाइन रेंजर मध्य के दण्ड पर सैट करता है और उपकरण में सिरे वाले दोनों दण्डों के

civilguru.net

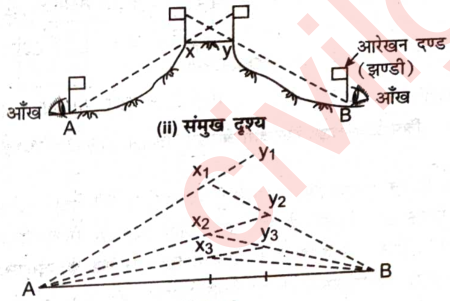
WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

प्रतिबिम्ब देखते हुये, स्क्रू घुमा कर प्रिज्म को समायोजित करता है, ताकि दण्डों के प्रतिबिम्ब एक सीधी रेखा पर दिखाई पड़ने लगे।

§ 2.25. अप्रत्यक्ष या अन्योन्य आरेखन (Indirect or Reciprocal Ranging) :

जब दो बिन्दुओं की सीध पर कोई टीला या ऊँची धरती आ जाये, अथवा इन में दूरी बहुत अधिक हो, जिसके कारण इन बिन्दुओं पर लगे दण्ड आपस में **दिखाई न पड़ें,** तो प्रत्यक्ष आरेखन सम्भव नहीं है। ऐसी स्थिति में अप्रत्यक्ष (अन्योन्य) आरेखन अपनाया जाता है। इसके लिये दोनों मुख्य बिन्दुओं (स्टेशन) के मध्य, अन्तवर्ती बिन्दु (intermediate points) स्थापित किये जाते हैं। जहाँ से मुख्य बिन्दु स्पष्ट दिखायी पड़ें। ये अन्तर्वर्ती बिन्दु निम्न प्रकार स्थापित किये जाते हैं।

माना A तथा B ऐसे दो बिन्दु हैं, जो बीच में ऊँची भूमि आ जाने से आपस में दिखाई नहीं पड़ते और उनकी सीध में अन्य बिन्दु X तथा Y ज्ञात करने हैं। अब दो सहायक, हाथों में आरेखन दण्ड लेकर अन्दाज से जरीब रेखा के जितना निकट हो सके, ऐसे दो बिन्दुओं X_1 तथा Y_1 पर खड़े हो जाते हैं, ताकि X_1 पर खड़े व्यक्ति को Y_1 व बिन्दु B (पर गाड़ा हुआ दण्ड) दिखाई पड़े और इसी प्रकार Y_1 पर खड़े व्यक्ति को X_1 व बिन्दु A (पर गाड़ा हुआ दण्ड) नजर आये (चित्र 2.25)।



चित्र 2.25–अन्योन्य आरेखन (Indirect Ranging)

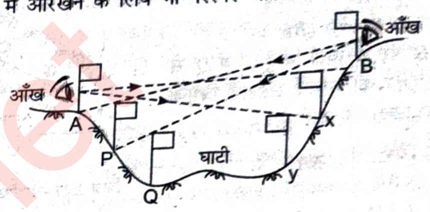
उपरोक्त क्रम का अनुस्सरण करते हुये, अब X_1 पर खड़ा व्यक्ति Y_1 पर आरेखन दण्ड लिये व्यक्ति को ऐसे बिन्दु (अर्थात् Y_2) पर आने को कहेगा, जो X_1 व B की ठीक सीध में हो। अब Y_2 वाला व्यक्ति X_1 वाले व्यक्ति को बिन्दु A की सीध में (अर्थात् X_2) पर आने को कहेगा।

अब X_2 वाला व्यक्ति Y_2 को नये सीध बिन्दु Y_3 पर आने को कहेगा। यह क्रम तब तक चलता चहेगा, जब तक दोनों व्यक्ति अपने नये स्थान ग्रहण करते हुये, X तथा Y बिन्दुओं पर नहीं आ जाते। अब X तथा Y पर आरेखन दण्ड गाड़ दिये जाते हैं।

अब A, X, Y तथा B सभी चारों बिन्दु एक सीध में होंगे।

§ 2.26. घाटी में अन्योन्य आरेखन (Reciprocal Ranging Across a Valley) :

गहरी घाटी में आरेखन के लिये भी परस्पर आरेखन विधि अपनायी जाती है।



चित्र 2.26–घाटी में अन्योन्य आरेखन

मान लो घाटी के आर-पार दो सर्वेक्षण बिन्दु A तथा B हैं और उनकी सीध में अन्तर्वर्ती बिन्दु P, Q, X, Y स्थापित करने हैं (चित्र 2.26)।

प्रथम चरण में A पर खड़ा सर्वेक्षक अपने सहायक को बिन्दु B की सीध में इस प्रकार आने को कहेगा कि उसके आरेखन दण्ड का शीर्ष (Top) तथा B पर गाड़े गये आरेखन दण्ड का पाद (Bottom) एक सीधी रेखा में आ जायें। यह नया बिन्दु X होगा, जहाँ पर एक दण्ड गाड़ दिया जाता है। अब सर्वेक्षक, सहायक को एक और आरेखन दण्ड लेकर अन्य निचले बिन्दु Y पर आने को कहेगा, जहाँ से X पर गाड़े गये दण्ड का पाद, दण्ड Y के शीर्ष तथा बिन्दु A की सीध में आ जाये। अब बिन्दु Y पर आरेखन दण्ड गाड़ दिया जाता है। इस प्रकार बिन्दु A, X, Y तथा B एक सीध में होंगे।

दूसरे चरण में, सर्वेक्षण बिन्दु B पर (घाटी के दूसरे सिरे पर) आ जायेगा और सहायक को ऐसे बिन्दु पर खड़ा होने को कहेगा ताकि उसके दण्ड का शीर्ष तथा आरेखन दण्ड A का पाद एक सीध में आ जायें। यह अन्तर्वर्ती बिन्दु P होगा। इस क्रम को आगे बढ़ाते हुये, बिन्दु Q भी ज्ञात कर लिया जाता है और आरेखन दण्ड गाड़ दिया जाता है।

अब P, Q, Y, X सभी बिन्दु, मुख्य बिन्दु A तथा B की सीधी रेखा में स्थापित हो जायेंगे।

§ 2.27. यादृच्छिक रेखा आरेखन (Random Line Ranging) :

जब सर्वेक्षण रेखा घने जंगल के बीच से गुजर रही हो और सिरों के दोनों स्टेशन आपस में तथा बीच के किसी अन्य बिन्दु से भी दिखाई न देते हों, तो आरेखन की यादृच्छिक रेखा विधि अपनायी जाती है। सर्वेक्षण रेखा पर कोई ऊँची-लम्बी दीवार आ जाये अथवा अन्तिम स्टेशन किसी गहरी खाई में स्थित हो, तब भी यह विधि ठीक रहती है।

यादृच्छिक रेखा आरेखन में मुख्य रेखा की दिशा में अनुमान से एक यादृच्छिक रेखा (Random Line) खींची जाती है। इस यादृच्छिक रेखा की मदद से मुख्य सर्वेक्षण रेखा पर अन्तर्वर्ती बिन्दु स्थापित किये जाते हैं।

प्रकिया—माना AB एक सर्वेक्षण रेखा है जो घने जंगल से निकल रही है और अन्तिम अथवा मध्यवर्ती कोई भी स्टेशन आपस में दिखाई नहीं पड़ते हैं। सर्वेक्षण रेखा AB की अनुमानित दिशा में कोई उपयुक्त रेखा $AB'Y$ डालें जो जंगल (अथवा बाधा) से हट कर निकले। इस रेखा पर काई ऐसा बिन्दु ढूँढ़े, जहाँ से सर्वेक्षण रेखा का स्टेशन B साफ-साफ दिखाई पड़े और इस बिन्दु से निकाला गया लम्ब स्टेशन B को छुये। माना यह बिन्दु B' है (चित्र 2.27)।

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

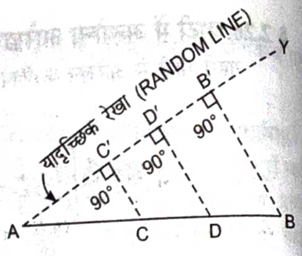
अब रेखा AB' तथा रेखा BB' की दूरी शुद्धता से नाप लें।

$\therefore$ सर्वेक्षण रेखा AB की लम्बाई $= \sqrt{(AB')^2 + (BB')^2}$

अब रेखा AB' पर अन्तर्वर्ती बिन्दु C' व D' से लम्ब CC' व लम्ब DD' की लम्बाई समरूपी त्रिभुजों के द्वारा निम्न प्रकार ज्ञात की जाती है

$$CC' = \left(\frac{AC'}{AB'}\right) \times BB'$$

$$DD' = \left(\frac{AD'}{AB'}\right) \times BB'$$



चित्र 2.27–यादृच्छिक रेखा आरेखन

अब बिन्दु C' व D' पर प्रकाशीय गुनिया की सहायता से CC' व DD' लम्ब खसके डालें। यदि दृष्टि रेखा के आगे कोई पेड़ आ जाता है, तो उसे हटा दें।

इस प्रकार सर्वेक्षण रेखा AB पर दो नये अन्तर्वर्ती बिन्दु C व D स्थापित हो जायेंगे। इन नये बिन्दुओं पर आरेखन दण्ड गाड़ दें।

§ 2.28. आरेखन कार्य में हस्त-संकेतन (Hand Signals in Ranging) :

आरेखन कार्य में क्योंकि सर्वेक्षण स्टेशन काफी दूरी पर स्थित होते हैं, अत: उन बिन्दुओं पर आरेखन दण्ड थामे सहायक/श्रमिक को जरूरी निर्देश ऊँची आवाज में भी स्पष्ट सुनाई नहीं पड़ते हैं। अत: ऐसी स्थिति में हस्त संकेतन बड़े लाभकारी सिद्ध होते हैं। आरेखन कार्य में प्रयोग किये जाने वाले मुख्य हस्त संकेतन निम्न हैं—

सर्वेक्षक द्वारा हस्त संकेतन	सहायक के लिये निर्देश
1. दायी भुजा फैला कर तेजी से हिलाना।	1. अपने बायीं ओर तेजी से चलो।
2. दायी भुजा फैला कर धीरे-धीरे हिलाना।	2. अपने बायीं ओर धीरे-धीरे चलो।
3. दायी भुजा पूर्ण फैला देना।	3. अपने बायीं ओर चलते रहो।
4. दायी भुजा ऊपर करके दायीं ओर फैलाना।	4. दण्ड को अपने बायें गाड़ दो।
5. दोनों भुजायें सिर से ऊपर उठा कर (ऊर्ध्वाधर) एक दम नीचे लाना।	5. आरेखन सहीं है।
6. दोनों भुजायें सामने फैला कर (क्षैतिज) शीघ्रता से नीचे लाना।	6. आरेखन दण्ड को गाड़ दें।

टिप्पणी–(i) बायीं भुजा के संकेतन भी इसी प्रकार समझें जायेंगे। ध्यान रहे सहायक का मुँह सर्वेक्षक की तरफ रहेगा और सर्वेक्षक का दायाँ, सहायक का बायाँ पक्ष होगा।

(ii) यदि दूरी अधिक है, तो सर्वेक्षक अपने हाथ में रंगीन रुमाल पकड़ लें।

§ 2.29. जरीब रेखा की पैमाइश (Chaining a Line) :

जरीब सर्वेक्षण में दूरियाँ क्षैतिज समतल में ली जाती हैं और आरेखन (Plotting) भी क्षैतिज दूरियों के आधार पर किया जाता है, जबकि क्षेत्र-सतह सभी जगहों पर पूर्णत: समतल नहीं होती हैं। 3° के कोण तक ढालू जमीन को जरीब सर्वेक्षण में चपटी (Flat) मान लिया जाता है। यदि भूमि की ढाल इस से अधिक हो, तो क्षैतिज दूरी ज्ञात की जाती है। (देखे अनुच्छेद 2.30)।

§ 2.30. ढालू रेखा पर जरीब नापन (Chainage on Slopy Ground) :

दो ढालू बिन्दुओं के मध्य क्षैतिज दूरी निम्न प्रकार ज्ञात की जाती है—

(i) सीधी नाप विधि (Direct or Stepping Method)

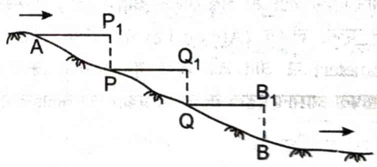
(ii) कोणीय नाप विधि (Angular Method)

(iii) कर्ण-बढ़ती विधि (Hypotenusal Allowance Method)

2.30-1 सीधी नाप या सीढ़ी विधि (Direct Method)—इस विधि को सीढ़ी विधि (Stepping Method) भी कहते हैं। वर्णन निम्न है।

इस विधि में ढालू सतह को छोटी-छोटी क्षैतिज सीढ़ी (Steps) में बाँट लिया जाता है और प्रत्येक क्षैतिज दूरी को माप कर सबको जोड़ लिया जाता है। आसानी तथा परिशुद्धता के लिये नापन कार्य ढाल के ऊपरी सिरे से निचले सिरे की ओर करना चाहिये।

मान लो दो बिन्दु A तथा B.जो ढालू जमीन पर स्थित हैं, के मध्य क्षैतिज दूरी ज्ञात करनी है (चित्र 2.28)। पिछला जरीब-वाला (Follower) अपने हाथ में जरीब अथवा फीते का शून्य अंक



चित्र 2.28–सीढ़ी विधि से जरीब नापन (Chaining by Stepping)

वाला सिरा पकड़कर बिन्दु A पर खड़ा हो जायेगा और अगला जरीब वाला (Leader) जरीब/फीते का दूसरा सिरा पकड़कर तथा आरेखन दण्ड लेकर, उतरती ढाल पर चलते हुये, ऐसे बिन्दु पर जाकर रुक जायेगा, जहाँ तक वह जरीब/फीते को ठीक क्षैतिज खींचकर रख सके।

मान लो यह बिन्दु P_1 है। पिछला जरीब वाला उसे रेखा $A - B$ की सीध में आने को कहेगा।

अब अगला जरीब-वाला जरीब/फीते को खींचकर क्षैतिज कर लेगा और AP_1 की दूरी पढ़ लेगा और इसके साथ ही P_1 के ठीक ऊर्ध्वाधर बिन्दु P पर आरेखन दण्ड गाड़ देगा। बिन्दु P की शुद्ध स्थिति P_1 पर साहुल लटका कर, पात सुआ (Drop Arrow) गिराकर अथवा एक कंकरी छोड़कर ज्ञात की जाती है (पात सुआ चित्र 2.29 में दिखाया गया है)।

चित्र 2.29–पात सुआ

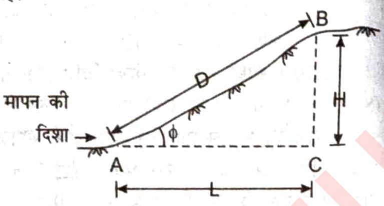
WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

अब पिछला जरीब-वाला आगे बढ़ता है और बिन्दु P पर आ जाता है और अगला जरीब-वाला Q_1 पर चला जाता है और उपरोक्त प्रक्रिया दोहराई जाती है। इस प्रकार पूरी ढाल को माप लिया जाता है। उपरोक्त सभी क्षैतिज दूरियों का योग अर्थात् $AP_1 + P_1Q_1 + Q_1B_1$ ढालू रेखा की समतुल्य क्षैतिज दूरी होगी। प्रक्रिया में सभी सीढ़ियों (Steps) की दूरी समान रखना जरूरी नहीं है। सीढ़ी की ऊँचाई (Step Height) अगुआ की आँख-तल से कम होनी चाहिये।

जरीब का झोल (SAG) रोकने के लिये तथा सरलता की दृष्टि से सीढ़ी (Step) की ऊर्ध्वाधर दूरी (अर्थात् PP_1, QQ_1 आदि) 1·80 मी० से अधिक नहीं होनी चाहिये।

सीढ़ी विधि **असम** ढाल के लिये अधिक उपयुक्त है। इस विधि में उतरती ढाल (Down the slope) पर कार्य करना सरल पड़ता है। यदि चढ़ती ढाल पर जाना पड़े, तब जरीब के स्थान पर फीता का इस्तेमाल सुविधाजनक रहता है।

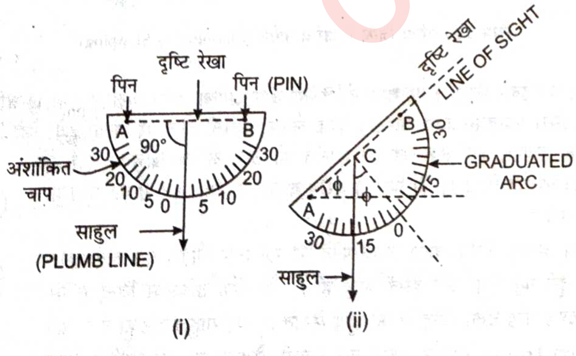
2.30-2 कोणीय माप विधि (Angular Method)—इस विधि में भूमि की ढालू सतह की दूरी तथा ढाल का कोण मापा जाता है और ज्यामितीय नियम से क्षैतिज दूरी की गणना की जाती है। यह विधि **समान** ढाल वाली भूमि के लिये ठीक रहती है।



चित्र 2.30–कोणीय नाप विधि

जब भूमि की ढाल समान न हो, तो विभिन्न ढाल-दूरियों को अलग-अलग खण्डों में बाँट लिया जाता है और प्रत्येक खण्ड की दूरी तथा ऊर्ध्वाधर कोण माप लिया जाता है। अब सबकी क्षैतिज दूरी ज्ञात करके जोड़ ली जाती है।

भूमि की ढाल एब्नी लेवल (Abney Level), थियोडोलाइट (Theodolite) अथवा क्लाइनोमीटर (Clinometer) से ज्ञात की जाती है। सामान्य कार्य के लिये क्लाइनोमीटर (ढालमापी) से ढाल मापना आसान पड़ता है। सरल प्रकार का क्लाइनोमीटर चित्र 2.31 में दर्शाया गया है।



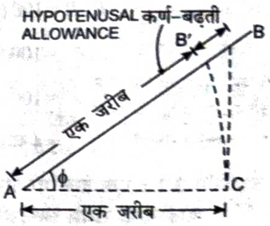
चित्र 2.31–ढालमापी क्लाइनोमीटर (Clinometer)

क्लाइनोमीटर : इसमें निम्न घटक होते हैं—(i) दृष्टिरेखा (Line of Sight), (ii) अंशांकित चाप (Graduated Arc), (iii) हल्का साहुल (Light-weight Plumb bob), जो केन्द्र बिन्दु से एक लम्बे धागे से लटका रहता है। जब क्लाइनोमीटर क्षैतिज होता है, तब साहुल का धागा शून्य (zero) को छूता है। ढाल का पता लगाने के लिये, दृष्टि रेखा द्वारा लक्ष्य (object) को साधा जाता है। ऐसा करने पर साहुल ठीक लटकता हुआ, चाप पर ढाल का कोण दर्शाता है।

यदि $A\,B$ की ढालू दूरी D तथा भूमि की ढाल का कोण ϕ है, तो $A\,B$ की क्षैतिज दूरी निम्न होगी (चित्र 2.30)।

$$L = D\cos\phi \qquad \ldots(2.1)$$

2.30-3 कर्ण-बढ़ती विधि (Hypotenusal Allowance Method)—इस विधि में प्रत्येक जरीब दूरी को, क्षेत्र में नापन के समय ही संशोधित कर लिया जाता है। कर्ण-बढ़ती विधि को चित्र 2.32 द्वारा स्पष्ट किया गया है।



चित्र 2.32–कर्ण-बढ़ती (Hypotenusal Allowance)

माना $A-B$ के मध्य नापी ढालू दूरी, क्षैतिज समतल पर एक जरीब है। इस प्रकार हमने जमीन की ढाल के कारण $B'-B$ दूरी अधिक नाप ली है। यदि हम $A-B$ की नापी गयी दूरी में से $B'-B$ दूरी घटा दें तो शुद्ध क्षैतिज नाप प्राप्त हो जायेगी। दूरी $B'-B$ को ही कर्ण-बढ़ती दूरी कहते हैं।

अत: ढालू रेखा का नापन करते समय, एक जरीब दूरी नापकर, सुआ बिन्दु B' पर न लगाकर, इसके कुछ आगे, बिन्दु B पर गाड़ा जाता है। इस प्रकार ढालू नाप स्वत: ही क्षैतिज नाप बनते चले जाते हैं।

कर्ण-बढ़ती $B'-B$ का मान निम्न प्रकार ज्ञात किया जाता है—

माना जमीन की ढाल का कोण ϕ है (चित्र 2.32)।

त्रिभुज ABC में, $$\frac{AB}{AC} = \sec\phi$$

अथवा $$AB = AC\sec\phi \qquad \ldots(i)$$

परन्तु $$AB = AB' + B'B \qquad \ldots(ii)$$

यह मान (i) में रखने पर—

$$(AB' + B'B) = AC\sec\phi$$

परन्तु $AB' = AC =$ एक जरीब लम्बाई

$= 100$ कड़ियाँ (20 मी० जरीब के लिये)

$\therefore$ $B'B = 100\sec\phi - 100$

$= 100(\sec\phi - 1)$ कड़ियाँ $\qquad \ldots(2.2)$

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

इस प्रकार कर्ण-बढ़ती का मान $= 100 (\sec \phi - 1)$ कड़ियों के बराबर होता है। यदि जरीब में कड़ियों की संख्या 100 से भिन्न है, तो वही मान लिया जाता है।

ϕ का मान क्षेत्र में किसी कोण-मापी से ज्ञात कर लिया जाता है।

उदाहरण 2.1 : एक 20 मीटरी जरीब से ढालू सतह की पैमाइश करनी है। जमीन की ढाल क्षैतिज से 15° का कोण बनाती है। यदि जरीब में 100 कड़ियाँ हो, तो जरीब की कर्ण-बढ़ती (Hypotenuse Allowance) ज्ञात कीजिये।

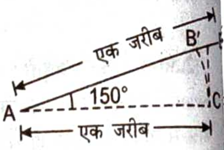
हल : कर्ण-बढ़ती, $B'B = 100(\sec \alpha - 1)$

$\therefore \quad B'B = 100(\sec 15° - 1)$

$= 100(1{\cdot}04 - 1)$

$= 100 \times 0{\cdot}04$

= 4 कड़ी



चित्र 2.33

उदाहरण 2.2 : एक ढाल पर जरीब-नापन करने पर, दो बिन्दुओं के मध्य ढाल-दूरी 130 मी० नापी गयी। बिन्दुओं के मध्य क्षैतिज दूरी ज्ञात करें, यदि—

(i) भू-ढाल का कोण 6° है।

(ii) भू-ढाल 5 (क्षैतिज) में एक (ऊर्ध्व) (1 in 5) है।

(iii) दोनों बिन्दुओं की उच्चता में 50 मी० का अन्तर है।

हल : रेखा की ढाल पर नापी गयी दूरी = 130 मी०

(i) ढाल का कोण 6° अर्थात् $\theta = 6°$

$\therefore$ क्षैतिज दूरी $= 130 \times \cos 6°$

$= 130 \times 0.9945$

= 129.29 मी०

(ii) ढाल = 1 in 5

$\therefore \quad \tan \theta = \frac{1}{5} = 0.20$

$\theta = 11°31'$

$\therefore$ क्षैतिज दूरी $= L \cos \theta$

$= 130 \cos 11°31'$

$= 130 \times 0.9806$

= 127.48 मी०

(iii) समकोण त्रिभुज में—

$$(\text{कर्ण})^2 = (\text{आधार})^2 + (\text{लम्ब})^2$$

अथवा $$\text{आधार} = \sqrt{(\text{कर्ण})^2 - (\text{लम्ब})^2}$$

ज्ञात मान रखने पर—

$\therefore \quad \text{आधार} = \sqrt{(130)^2 - (50)^2}$

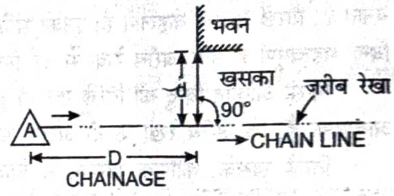
$= \sqrt{(130+50)(130-50)}$

$= \sqrt{(180 \times 80)}$

= 120 मी० **उत्तर**

2.31. खसके या अन्तर्लम्ब (Offsets) :

जरीब रेखा के दायें-बायें स्थित आकृतियों/बिन्दुओं जैसे भवन, सड़क, नाला, खम्बा, कुआँ आदि की स्थिति ज्ञात करने के लिये जरीब रेखा से उनकी पार्श्व दूरी ली जाती है। इसे खसका या अन्तर्लम्ब कहते हैं। अत: खसका क्षेत्र में स्थित विभिन्न आकृतियों की स्थिति ज्ञात करने के लिये, सर्वेक्षण रेखा से नापी जाने वाली दूरी हैं।



चित्र 2.34

खसका की माप के साथ यह भी आवश्यक है कि खसका जरीब रेखा के किस बिन्दु से उठाया गया है, अर्थात् सर्वे स्टेशन से खसके के पाद (Foot) की कुल दूरी भी ज्ञात होनी चाहिये, तभी नक्शे पर आकृति का सही आरेखन हो सकता है। चित्र 2.34 के अनुसार स्टेशन A से भवन की स्थिति-निर्धारण के लिये D या d, दोनों दूरियाँ ज्ञात करना आवश्यक है।

खसके, खसका दण्ड (Offset Rod) अथवा फीते से लिये जाते हैं। अधिक परिशुद्ध कार्य के लिये इस्पाती फीता प्रयोग किया जाता है।

खसके जरीब दूरी पर घटित क्रम में ही लेने चाहियें। इससे आरेखन में कठिनाई नहीं आती। जिस ओर जरीब बढ़ रही है, उस तरफ मुँह करके खड़े होने पर, दायें हाथ पड़ने वाले खसके, दायें खसके और बायें हाथ पड़ने वाले, बायें खसके कहलाते हैं। यह तथ्य ध्यानपूर्वक क्षेत्र पंजी में दर्ज किया जाना चाहिये अन्यथा अंकन (Plotting) भ्रमित होगा।

जब कोई नदी, सड़क या रेल मार्ग जरीब रेखा पर पड़ता है तो उसकी चौड़ाई का आरेखन करने के लिये उसके दूसरे किनारे तक खसके लेना आवश्यक है।

2.31-1. खसके के प्रकार—खसके की पहचान इसकी (a) दिशा (जरीब रेखा से) तथा (b) लम्बाई से की जाती है। दिशानुसार खसके निम्न दो प्रकार के होते हैं—

(i) समकोण या लम्ब खसका (Perpendicular Offset)

(ii) तिरछा खसका (Oblique offset)

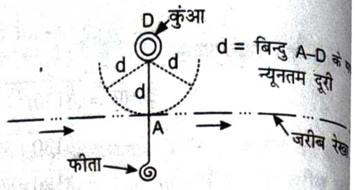
(i) समकोण खसका— समकोण खसके का पाद (Foot) जरीब रेखा पर 90° का कोण बनाता है। मोटे तौर पर खसका का अर्थ ही समकोण खसका होता है। समकोण खसका डालने के लिये फीता-वाला, फीते का शून्य अंक (Zero) वाँछित बिन्दु (Object) पर रखता है और सर्वेक्षक पर्याप्त फीता खोल कर जरीब रेखा पर आता है और हाथ से फीते को चाप में चलाता हुआ, फीते के उस न्यूनतम अंक को पकड़ता है जो जरीब के ठीक ऊपर आता है और

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

केवल एक ही बिन्दु पर आता है (चित्र 2.35 में यह बिन्दु *A* है)। स्पष्ट है *AD* जरीब रेखा पर लम्ब होगा।

अब सर्वेक्षण स्टेशन से बिन्दु *A* की दूरी भी ज्ञात कर ली जाती है।

जब खसके की लम्बाई अधिक हो तो प्रकाशीय गुनिया अथवा अन्य विधि से जरीब रेखा से लम्ब निकाला जाता है।



चित्र 2.35–लम्ब खसका

(2) तिरछा खसका—ऐसे सभी खसके जो जरीब रेखा पर 90° से अधिक/न्यून का बनाते हैं, तिरछे खसके कहलाते हैं। इनको संयोग खसके (Tie Offsets) भी कहते हैं। जब बिन्दु महत्वपूर्ण है और जरीब रेखा से दूर स्थित है, तब तिरछे खसके डालने चाहियें।

किसी आकृति/बिन्दु की तिरछे खसकों द्वारा स्थिति ज्ञात करने के लिये न्यूनतम दो ख आवश्यक हैं, जो जरीब रेखा के दो अलग-अलग बिन्दुओं से निकाले जाते हैं (चित्र 2.4

तिरछे खसके, कोणिक खसका से बेहतर होते हैं, क्योंकि समकोण खसका यदि प्रकार से जरीब रेखा पर समकोण नहीं है तो कार्य में त्रुटि आ जाती है, जबकि तिरछे खसके ऐसी किसी त्रुटि की सम्भावना कम होती है।

समकोण खसके की शुद्धता परखने के लिये भी तिरछे खसके लगाये जाते हैं। परन्तु खसकों के कारण सर्वेक्षण कार्य बढ़ जाता है और समय भी अधिक लगता है।

लम्बाई के अनुसार खसके निम्न दो प्रकार के होते हैं—

(i) बड़ा खसका (Long Offset)

(ii) छोटा खसका (Short Offset)

15 मी० से कम सभी खसके, **छोटे खसके** तथा इससे अधिक, **बड़े खसके** कहलाते हैं।

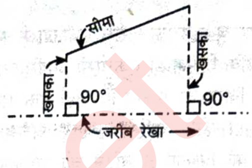
जहाँ तक सम्भव हो खसके की लम्बाई कम ही रखनी चाहिये, क्योंकि बड़े खसके नापने त्रुटि हो जाती है। खसके की लम्बाई फीते/जरीब से अधिक नहीं होनी चाहिये। इससे बड़े खस के लिये अतिरिक्त संयोग रेखा (Tie Line) डालना ठीक रहता है।

2.31-2. खसकों की आवश्यक संख्या—क्षेत्र में किसी आकृति का विवरण बटोरने लिये खसकों की कितनी संख्या आवश्यक है, यह उस आकृति की सर्वेक्षण रेखा से स्थिति, मह प्रकार, शक्ल तथा माप पर निर्भर करती है, जिसका निर्णय सर्वेक्षक ने करना होता है। खसकों अन्तराल अंकन के पैमाने पर भी निर्भर करता है। यदि अंकन का पैमाना छोटा है तो अधि खसके भी रेखणपत्र पर आसानी से दिखाये जा सकते हैं, अतः क्षेत्र में खसके पास-पास लिये सकते हैं। यदि पैमाना बड़ा है तो खसकों का अन्तराल अधिक रखना चाहिये।

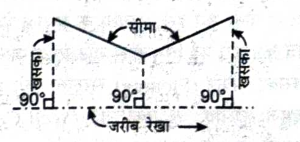
खसकों की आवश्यक संख्या के लिये अग्र बातों पर विचार लाभप्रद रहेगा—

(i) **यदि आकृति की सीमायें सीधी व छोटी रेखाओं से बनी हैं, तो प्रत्येक कोने पर खसका पर्याप्त रहता है (चित्र 2.36)।**

(ii) **यदि सीमा रेखा काफी लम्बी है अथवा टेढ़ी-मेढ़ी है तो दो से अधिक खसके लेने आवश्यक हैं (चित्र 2.37)।**



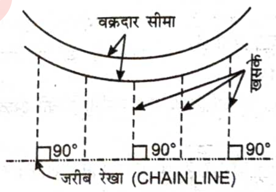
चित्र 2.36



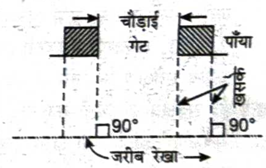
चित्र 2.37

(iii) सड़क, रेल मार्ग, नहर, वक्रदार सीमा पर समान अन्तराल पर पर्याप्त संख्या में खसके लेने चाहिये (चित्र 2.38)।

(iv) गेट के दोनों ओर के पायों के कोनों के खसके लेने चाहियें तथा गेट की चौड़ाई भी आवश्यक रूप से नाप लेनी चाहिये (चित्र 2.39)।



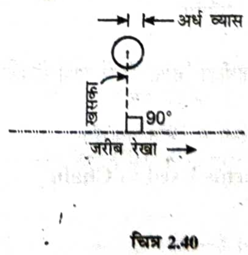
चित्र 2.38



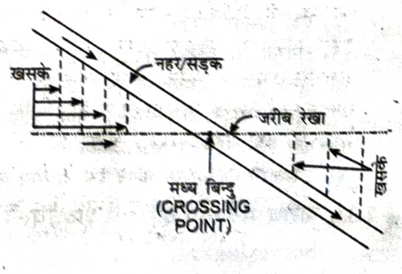
चित्र 2.39

(v) गोल भवन, कुएँ, टंकी (गोलाकार) के मध्य बिन्दु पर एक ही खसका लेना पर्याप्त है, परन्तु आकृति का अर्धव्यास भी नोट किया जाता है (चित्र 2.40)।

(vi) जब कोई सड़क, नहर, रेल मार्ग आदि सर्वेक्षण रेखा को काटता है तो पर्याप्त संख्या में खसके लेने चाहियें। जिस बिन्दु पर यह निर्माण सर्वेक्षण रेखा को काटते हैं, उसकी दूरी (chainage) भी अवश्य नोट करें (चित्र 2.41)।



चित्र 2.40



चित्र 2.41

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(II) क्षेत्र कार्य (FIELD WORK)

§ 2.32. क्रम निर्धारण (Procedure) :

जैसा हम इस अध्याय के प्रारम्भ में स्पष्ट कर चुके हैं कि जरीब सर्वेक्षण में सर्वप्रथम पूरे क्षेत्र को सटी हुई त्रिभुजों में बाँट लिया जाता है, क्योंकि त्रिभुज ही एक ऐसी ज्यामितीय आकृति है जिसका अंकन (Plotting) सरलता तथा शुद्धता से किया जा सकता है। जहाँ तक सम्भव हो, ये त्रिभुजें सुस्थित (सुआकारीय) (Well Conditioned) होनी चाहियें, क्योंकि जरीब सर्वेक्षण में त्रिभुजों के कोणीय माप नहीं लिये जाते हैं। क्षेत्र को त्रिभुजों में बाँटने को सर्वेक्षण का ढाँचा (Skeleton or Frame Work) कहते हैं।

त्रिभुजों की रेखाओं (भुजाओं) का चयन इस प्रकार करना चाहिये कि क्षेत्र के चारों ओर की सीमायें तथा सभी स्थलाकृतियाँ इन रेखाओं के निकटतम आ सकें और माप के लिये खसके (Offsets) डालने में दिक्कत न हो।

क्षेत्र को त्रिभुजों में बाँटने के कारण ही इस सर्वेक्षण को **जरीब त्रिकोणीयन** (Chain Triangulation) भी कहते हैं।

जरीब सर्वेक्षण का क्रम अनुच्छेद 2.5 में दिया गया है।

2.32-1. सर्वेक्षण मण्डली (Survey Party) :

जरीब सर्वेक्षण के लिये सर्वेक्षक (Surveyor) के अतिरिक्त तीन व्यक्तियों की आवश्यकता पड़ती है। सर्वेक्षक मण्डली का नेता होता है।

सर्वेक्षण रेखाओं तथा खसकों को नापने के लिये दो जरीब-वाला (Chain Man) रहते हैं।

आरेखन दण्डों को उठाने, गाड़ने तथा स्टेशनों पर खूँटी गाड़ने के लिये एक झण्डी वाला (Flag Man) रखा जाता है।

सर्वेक्षक सभी नाप स्वयं पढ़ेगा और क्षेत्र पंजी में दर्ज करेगा। सर्वेक्षक को सभी सर्वे उपकरणों तथा सर्वेक्षण विधियों का ज्ञान होना चाहिये।

2.32-2. उपस्कर (Equipments) :

(1) 30 मीटरी जरीब तथा 10 सुओं का सैट।
(2) 20/30 मीटर वाला मेटेलिक फीता।
(3) एक दर्जन आरेखन दण्ड।
(4) एक खसका दण्ड।
(5) लगभग 20 खूँटियाँ (Pegs) और लकड़ी का हथौड़ा।
(6) खुला गुनिया अथवा प्रकाशीय गुनिया।
(7) खुदरा सामान, जैसे—कीलें, चाकू, लोहे का हथौड़ा, छाता, उत्तर मापी इत्यादि।
(8) क्षेत्र पंजी, पेन्सिल, रबर आदि।

इन उपस्करों का विस्तृत वर्णन इस अध्याय के प्रारम्भ में किया गया है।

§ 2.33. जरीब सर्वेक्षण की क्षेत्र शब्दावली (Terms Used in Chain Surveying) :

जरीब सर्वेक्षण में प्रयुक्त होने वाली शब्दावली निम्न है—

(1) **सर्वेक्षण स्टेशन** (Survey Station)—यह सर्वे क्षेत्र में स्थापित किये गये नियन्त्रण बिन्दु (Control Points) होते हैं, जिनके मध्य दूरी जरीब/फीते द्वारा नापी जाती है। ये स्टेशन अलग-बगल के स्टेशनों से दिखाई पड़ने चाहियें। क्षेत्र में तथा नक्शे (खाके) पर इन्हें अंग्रेजी वर्णमाला *A*, *B*, *C* .... से प्रदर्शित किया जाता है। इनको मुख्य स्टेशन (Main Stations) भी कहते हैं।

जब दो मुख्य स्टेशनों के बीच, आवश्यक होने पर, कोई अन्य स्टेशन स्थापित किया जाता है तो उसे उप-स्टेशन (Subsidiary Station) या संयोग स्टेशन (Tie Station) कहते हैं। इसे T_1, T_2, T_3 आदि से प्रदर्शित किया जाता है (चित्र 2.42)।

सर्वेक्षण स्टेशन पर एक या इससे अधिक सर्वेक्षण रेखायें आकर मिलती हैं।

(2) **सर्वेक्षण रेखायें** (Survey Lines)—दो स्टेशनों को जोड़ने वाली सीधी रेखा को सर्वेक्षण रेखा कहते हैं। इसे जरीब रेखा (Chain Line) भी कहा जाता है। जरीब सर्वेक्षण में इसी का नापन किया जाता है। वास्तव में भूमि पर यह कोई रेखा नहीं होती है, यह तो दिशा का भान कराने के लिये मान ली जाती हैं। सर्वेक्षण रेखायें प्रकार्य की दृष्टि से निम्न होती हैं—

(i) आधार रेखा, (ii) मुख्य रेखा,
(iii) संयोग रेखा, (iv) जाँच रेखा।

वर्णन निम्न है—

(i) **आधार रेखा** (Base Line)—यह सर्वेक्षण रेखाओं के ढाँचे में सबसे लम्बी रेखा होती है, जिस पर सर्वेक्षण कार्य का पूरा ढाँचा आधारित रहता है। यह प्रायः सर्वेक्षण क्षेत्र के मध्य में डाली जाती है। क्योंकि सम्पूर्ण सर्वेक्षण कार्य की शुद्धता इस रेखा पर निर्भर करती है, अतः इसकी बड़ी सावधानी से दो अथवा तीन बार पैमाइश कर लेनी चाहिये (चित्र 2.42)।

बड़े क्षेत्रों में दो आधार रेखायें भी डाली जा सकती हैं, जो एक-दूसरी को क्रास × की भाँति काटनी चाहियें।

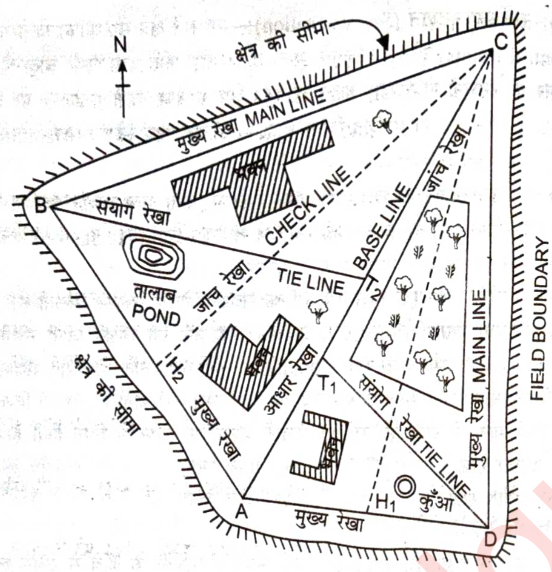
(ii) **मुख्य रेखायें** (Main Lines)—यह रेखायें सर्वे क्षेत्र की सीमाओं के साथ-साथ डाली जाती हैं और मुख्य सर्वेक्षण स्टेशनों को जोड़ती हैं। इस प्रकार यह एक ढाँचा बनाती हैं। मुख्य रेखाओं की पैमाइश भी ध्यान से करनी चाहिये। मुख्य रेखाओं को इसके अगल-बगल के स्टेशनों के नामित अक्षरों, जैसे—$A-B$, $B-C$ आदि से प्रदर्शित किया जाता है।

(iii) **संयोग रेखा** (Tie Line)—संयोग स्टेशनों (उपस्टेशनों) को जोड़ने वाली रेखा, संयोग रेखा कहलाती है। यह रेखा क्षेत्र के भीतरी भागों की, जो मुख्य रेखा से दूर पड़ते हैं, स्थिति ज्ञात करने तथा विस्तृत विवरण लेने के लिये डाली जाती है।

संयोग रेखा को संयोग स्टेशन के नामित अक्षरों, जैसे $T_1 -$, $T_2 -$, आदि से पहचाना जाता है।

(iv) **जाँच रेखा** (Check Line)—सर्वेक्षण कार्य के ढाँचे की शुद्धता तथा आरेखन की यथार्थता की जाँच करने के लिये जो रेखा विशेष रूप से क्षेत्र में डाली जाती है, जाँच रेखा कहलाती है। यह प्रायः त्रिभुज ढाँचे के शीर्ष से निकाली जाती है। आरेखन के समय यदि नक्शे पर इसकी लम्बाई, क्षेत्र की लम्बाई से मेल खा जाती है, तो सभी सर्वेक्षण रेखाओं की शुद्धता प्रमाणित

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

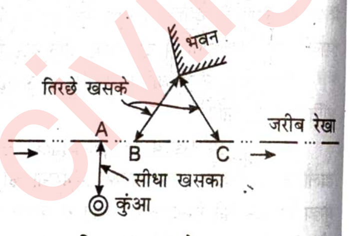


चित्र 2.42–सर्वे क्षेत्र का त्रिकोणीयन ढाँचा (Triangulation of Survey Field)

हो जाती है। आवश्यक होने पर क्षेत्र में एक से अधिक जाँच रेखायें भी डाली जाती हैं (चित्र 2.43)।

जाँच रेखा को प्रमाणक रेखा (Proof Line) भी कहते हैं।

(3) खसके (Offsets)—सर्वेक्षण रेखाओं के दोनों ओर (पार्श्व में) स्थित बिन्दुओं व आकृतियों की स्थिति ज्ञात करने के लिये, सर्वेक्षण रेखा से उनकी दूरी नापी जाती है। इस प्रकार पार्श्व दूरी लेने की क्रिया को खसका या अन्तर्लम्ब कहते हैं।



चित्र 2.43–खसके (Offsets)

खसके जरीब रेखा के समकोण अथवा तिरछे लिये जा सकते हैं। समकोण खसका बेहतर रहता है, क्योंकि एक ही समकोणक माप से बिन्दु की स्थिति का निर्धारण किया जा सकता है, जबकि तिरछे खसकों की न्यूनतम संख्या दो होनी चाहिये (देखें अनुच्छेद 2.31)।

सामान्यत: खसके की लम्बाई फीते अथवा जरीब लम्बाई से अधिक नहीं होनी चाहिये। बड़े खसके की पैमाइश में त्रुटि की सम्भावना अधिक रहती है।

(4) जरीब-वाला (Chain Man)—जरीब द्वारा नापन के लिये दो व्यक्तियों की आवश्यकता पड़ती है। एक आदमी जरीब का अगला हैण्डल थाम कर आगे-आगे चलता है और दूसरा आदमी जरीब का पिछला हैण्डल पकड़ कर उसका अनुसरण करता है।

अगले जरीब-वाला को अग्रचर या अगुआ (Leader) तथा पिछले जरीब-वाला को अनुचर या पिछुआ (Follower) कहते हैं। पिछुआ को अगुआ की अपेक्षा अधिक अनुभवी होना आवश्यक है, क्योंकि उसी के निर्देशों के अनुसार अगुआ को कार्य करना होता है। **(यहाँ 'लीडर' शब्द से भ्रमित न हों, इस कार्य में पिछुआ (Follower) ही नेता का कार्य निभाता है)।**

(a) अगुआ (Leader) **का कर्त्तव्य**—

(i) अगुआ के पास जरीब का अगला सिरा, 10 सुए (तीर) तथा आरेखन दण्ड होता है। यह रेल गाड़ी के चालक की भाँति कार्य करता है, परन्तु पिछुआ के निर्देशों से बँधा होता है।

(ii) इस आदमी को पिछुआ द्वारा निर्देशित दिशा में, जरीब को खींचकर बढ़ना होता है।

(iii) अगुआ को जरीब को पूर्ण रूप से सीधी कर तथा खींच कर, इसके हैण्डल से सटाकर सुआ गाड़ना होता है। सुओं की गिनती करके रेखा की लम्बाई की गणना की जाती है।

(iv) आरेखन करते समय पिछुआ द्वारा दिये गये संकेतों/निर्देशों का पालन करना होता है।

(b) पिछुआ (Follower) **का कर्त्तव्य**—

(i) इस व्यक्ति के पास जरीब का पिछला सिरा रहता है। यह गाड़ी के गार्ड की भाँति जरीब का संचालन बनाये रखता है।

(ii) पिछुआ, अगले जरीब वाला को जरीब को ठीक सर्वेक्षण रेखा की दिशा में बनाये रखने तथा आगे बढ़ने का निर्देश देता है। सीध बनाये रखने के लिये वह रेखा पर लगे आरेखन दण्ड पर नजर रखता है।

(iii) पिछुआ जरीब-दूरी के अगले बिन्दु पर पहुँच कर अगुआ द्वारा गाड़े गये सुओं को एकत्र करता जाता है और इनकी गिनती करके, सर्वेक्षक को बताता है।

(iv) जब अगुआ के पास सुए समाप्त हो जाते हैं तो दसों सुओं को पुन: अगुआ को सौंप देता है।

(v) पिछुआ को ध्यान रखना चाहिये कि अगुआ जरीब को जमीन पर घसीटे नहीं, क्योंकि ऐसा करने से जरीब को क्षति पहुँचती है और इसकी (मानक) लम्बाई घट/बढ़ जाती है।

§ 2.34. जरीब द्वारा नापन (Chaining a Line) :

जरीब नापन क्रिया में सर्वेक्षक के अतिरिक्त दो जरीब वालों की आवश्यकता पड़ती है, जिन्हें अगुआ (Leader) तथा पिछुआ (Follower) कहा जाता है। इनका कर्त्तव्य ऊपर स्पष्ट किया गया है। जरीब नापन के चरण निम्न हैं—

(i) जरीब को खोलना व फैलाना (Unfolding and Stretching the Chain),

(ii) नाप लेना या पैमाइश (Chaining),

(iii) जरीब को समेटना (Folding the Chain)।

वर्णन निम्न है। मापन कार्य शुरु करने से पहले, सर्वे-स्टेशनों का चयन तथा उन पर आरेखन-दण्ड/झण्डी गाड़ना आवश्यक है, ताकि जरीब को उसी दिशा में फैलाया जाये। इस कार्य में पिछला स्टेशन से अगला स्टेशन स्पष्ट दिखायी पड़ना चाहिए।

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(1) जरीब को खोलना—पिछुआ (अनुचर) जरीब के दोनों हैण्डलों को अपने बायें से पंकड़ कर, दायें हाथ से जोर लगाकर जरीब को भूमि पर पटक देगा। अब अगुआ जरीब एक हैण्डल लेकर सर्वेक्षण रेखा पर आगे बढ़ता जोयगा, जबकि दूसरा सिरा पिछुआ के पास रहेगा। इस प्रकार जब जरीब अपनी पूरी लम्बाई में खुल जाये तो नापन कार्य शुरू किया जाता

यदि आवश्यक हो तो नापन कार्य शुरू करने से पाहले जरीब की लम्बाई की मा जरीब/फीते से जाँच कर लेनी चाहिये।

(2) माप लेना या पैमाइश—अगुआ (Leader) जिसके पास आरेखन दण्ड तथा 10 (तीर) भी होते हैं, जरीब दूरी पर आरेखन दण्ड लेकर खड़ा हो जाता है और पिछु (Follower) के संकेत पर दायें-बायें हट कर सर्वेक्षण रेखा की **ठीक सीधाई** में आ जाता है आरेखन दण्ड को जमीन में गाड़ देता है। अब अगुआ जरीब को सीध में रखते हुये तथा पूरी खींचकर, हैण्डल से सटा कर एक सुआ भूमि में गाड़ देता है (हैण्डल की बाहरी फलक पर खाँचा बना होता है, जिससे सटाकर सुआ गाड़ा जाना चाहिये)। ऐसा करने से सुये की मोटाई कारण रेखा की लम्बाई में दोष नहीं पड़ता है, (देखे चित्र 2.49)। प्रारम्भिक बिन्दु (स्टेशन खूँ से यह दूरी एक जरीब कहलाती है। यदि जमीन पथरीली या डामरी है, तब वहाँ पर चाक से क्र बनाकर, सुआ उसके पास रख दें।

अब अगुआ शेष नो सुए, आरेखन दण्ड व जरीब का हैण्डल उठाकर तथा पिछुआ इशारा करके, सर्वेक्षण रेखा पर आगे बढ़ता है।

जब पिछुआ जरीब का हैण्डल पकड़े प्रथम जरीब दूरी पर आ जाता है तो आवाज दे अगुआ को ठहरने को कहता है। अब पिछुआ जरीब का हैण्डल सुये से सटाकर रखता है अगुआ को अगली जरीब लम्बाई नापने को कहता है, जो ऊपर वर्णित अपने कार्य को पु दोहराता है।

पिछुआ जब आगे बढ़ता है तो सुए को उखाड़कर अपने साथ ले जाता है। इस प्रकार ज अगुआ द्वारा गाड़े गये दसों सुए पिछुआ के पास एकत्र हो जाते हैं, तो अगुआ 'सुए दो' पुकारता और 10 सुए पुन: अगुआ के पास पहुँच जाते हैं। इस प्रकार नापन कार्य आगे बढ़ता रहता है। सु की अदला-बदली सर्वेक्षक के अभिज्ञान में अवश्य लायें और उसे नोट करा दें।

प्रत्येक 10 सुओं की अदला-बदली की क्रिया सर्वेक्षक द्वारा ध्यानपूर्वक क्षेत्र पंजी में द कर लेनी चाहिये, अन्यथा पूरी दस जरीब-दूरी की त्रुटि हो सकती है। स्टेशन आने पर, मापन अन्त में यदि जरीब की आँशिक लम्बाई पढ़नी पड़ जाये, तो यह टिक्की (Tags) की सहायता पढ़ ली जाती है।

(3) जरीब समेटना—कार्य के अन्त में आवश्यक समझे जाने पर जरीब की लम्बाई क पुन: जाँच कर लेनी चाहिये। जूरीब को समेटने से पूर्व, इस पर चिपकी हुई घास-फूस, मिट्टी गोबर आदि को साफ कर देना चाहिये।

जरीब समेटने के लिये, इसके मध्य की दो कड़ियाँ बायें हाथ में थामकर, शेष दो-दो कड़ियाँ एक साथ समेटकर बण्डल के रूप में इकट्ठी कर ली जाती हैं और उस पर फीता बाँ दिया जाता है।

§ 2.35. सर्वेक्षण स्टेशनों तथा रेखाओं का निर्धारण (Selection of Survey Stations and Lines) :

(a) स्टेशन—सर्वेक्षण स्टेशनों के निर्धारण में निम्न बातों को ध्यान में रखना चाहिये—

(i) सर्वेक्षण स्टेशन जहाँ तक सम्भव हो, क्षेत्र की सीमाओं के निकट स्थापित करने चाहियें।

(ii) अगल-बगल के सर्वेक्षण स्टेशन एक-दूसरे से दिखाई पड़ने चाहियें। सर्वेक्षण रेखा पर पड़ने वाले स्टेशन अन्तर्दृश्य होने चाहियें। वक्र तथा मोड़ खाती क्षेत्र सीमा में यह पास-पास स्थापित किये जा सकते हैं।

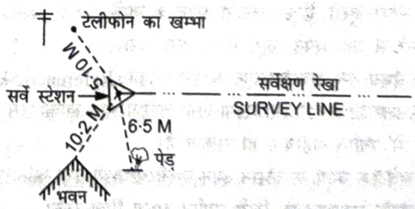
(iii) सर्वे स्टेशन सड़क के मध्य अथवा चलते मार्ग पर यथा सम्भव स्थापित नहीं करने चाहियें।

(iv) स्टेशन पर पहुँचना सम्भव हो। स्टेशन चयन की यह प्रथम शर्त है।

(v) जहाँ तक सम्भव हो, स्टेशनों की संख्या न्यूनतम रखनी चाहिये। इससे अंकन में सरलता रहती है।

स्टेशन का चिन्हन—स्टेशन की दूर से पहचान के लिये, इस पर खूँटी गाड़ दी जाती है। नरम भूमि में मोटी व लम्बी खूँटी का प्रयोग किया जाता है। खूँटी के ऊपर शीर्ष पर स्टेशन संख्या डाल देनी चाहिये। जब स्टेशन बिन्दु के आस-पास घास उगी हो तो इसे काट देना चाहिये ताकि खूँटी स्पष्ट दीख पड़े। यदि स्टेशन काफी समय तक बनाये रखना है तो इस पर एक आयताकार पत्थर गाड़ दिया जाता है।

स्थिति निर्धारण—सर्वेक्षण स्टेशन की स्थिति दो अथवा तीन स्वतन्त्र नापों से, जो समीप के पक्के व स्थायी निशानों जैसे भवन का कोना, गेट का थमला, परिसर दीवार का कोना, बिजली/टेलीफोन का खम्भा, जीवित पेड़ इत्यादि से उठाये गये हों, निर्धारण करनी चाहिये। इसका स्थिति खाका (Location Sketch) तथा विवरण स्पष्टता से क्षेत्र-पँजी में भी दर्ज कर देना चाहिये। यह इसलिये जरूरी है कि बाद में यदि सर्वेक्षण स्टेशन को पहचानने की आवश्यकता पड़ती है, तो इसे आसानी से ढूँढा जा सके। सर्वेक्षण अभिलेख एक स्थायी और पक्का अभिलेख माना जाता है। जब तक मनुष्य के पाँव के नीचे धरती है, इस अभिलेख की जरूरत पड़ती रहती है। खाका में क्षेत्र की उत्तर दिशा (North) भी इस पर दर्शाना जरूरी है।



चित्र 2.44–स्टेशन की स्थिति निर्धारण (Location of Survey Station)

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(b) सर्वेक्षण रेखायें—सर्वेक्षण रेखाओं के चयन में निम्न बातें विचारणीय हैं। ध्यान रहे कि सर्वेक्षण कार्य सदा पूर्ण से अंश (From Whole to Part) की ओर ही करना चाहिये।

(i) सर्वेक्षण रेखायें ऐसे डालनी चाहियें कि पूरा क्षेत्र सटी हुयी सुआकारीय (सुस्थित) त्रिभुजों में बाँटा जा सके। सुस्थित त्रिभुज के भीतरी कोण 30° से 120° के मध्य होते हैं।

(ii) सर्वेक्षण रेखाओं की संख्या तथा लम्बाई न्यूनतम रखनी चाहिये। अधिक लम्बी रेखा के नापन में त्रुटि समस्त सर्वेक्षण कार्य को दूषित कर देती है।

(iii) त्रिकोणीयन ढाँचा इस प्रकार बनाना चाहिये कि सर्वेक्षण रेखायें क्षेत्र की मुख्य आकृतियों एवं बिन्दुओं के जितना निकट हो सके, निकाली जा सके। इसके लिये मुख्य रेखाओं के अतिरिक्त, संयोग रेखायें भी डाली जा सकती हैं।

(iv) जहाँ तक सम्भव हो, सर्वेक्षण रेखायें समतल व झाड़-झंखाड़ रहित जमीन से होती हुई निकालनी चाहियें। यह दलदली भूमि से न गुजरे। मुख्य रेखाओं पर बाधायें नहीं होनी चाहियें।

(v) ढाँचे की त्रिभुजों की जाँच के लिये तथा आरेखन में शुद्धता लाने के लिये, इनके भीतर जाँच रेखायें डालनी चाहियें।

(vi) त्रिकोणीयन ढाँचे में एक अथवा दो आधार रेखायें अवश्य होनी चाहियें, जो क्षेत्र के मध्य से होती हुई निकलें। यदि दो आधार रेखायें डाली गयी हैं, तो ये एक-दूसरे को काँटे (×) की तरह पार करें।

(vii) सभी सर्वेक्षण रेखायें, सर्वेक्षण क्षेत्र की सीमा के भीतर स्थित होनी चाहियें, ताकि पैमाइश के समय कोई विवाद खड़ा न हो।

§ 2.36. क्षेत्र प्रक्रम (Field Operations) :

जरीब सर्वेक्षण कार्य का अनुक्रमण अनुच्छेद 2.5 में दिया गया है। विस्तृत विवरण निम्न है—

(1) आवीक्षण (Reconnaissance)—क्षेत्र की मोटी पहचान बनाना आवीक्षण कहलाता है। किसी भूक्षेत्र का जरीब सर्वेक्षण करने का निर्णय लेते ही सर्वेक्षक को स्वयम् उस क्षेत्र में पहुँच जाना चाहिये और पैदल घूम-घूम कर क्षेत्र की सीमाओं, भागों, आकृतियों, मुख्य बिन्दुओं आदि की पहचान बनानी चाहिये तथा इनके सम्बन्ध में अधिकतम जानकारी प्राप्त करनी चाहिये। भवनों, नदी-नालों, सड़कों, नहरों, पुलों, संचार लाइनों आदि के नामों, प्रवाह, दिशाओं का पता लगा लेना चाहिये। इस जानकारी से वह अपने कार्य में भटकेगा नहीं।

आवीक्षण के समय उसे क्षेत्र का एक सन्दर्भ खाका (Reference Sketch) भी बना लेना चाहिये और उस पर उत्तर दिशा (North) लगा लेनी चाहिये। यह खाका उसे सर्वेक्षण स्टेशनों तथा रेखाओं के निर्धारण में पर्याप्त सहायक हो सकता है।

सर्वेक्षक को सर्वेक्षक कार्य के दौरान आने वाली बाधाओं तथा कठिनाइयों का भी भान कर लेना चाहिये ताकि उनके समाधान के लिये पर्याप्त समय मिल सके।

(2) स्टेशनों की स्थिति निर्धारण (Location of Stations)—क्षेत्र की प्राथमिक जानकारी तथा सन्दर्भ खाके की सहायता से सर्वेक्षक को मुख्य स्टेशन निर्धारित कर लेने चाहियें। अगल-बगल स्टेशन आपस मे अन्तर्दृश्य होने चाहियें ताकि उनके मध्य आरेखन सम्भव हो सके।

स्टेशनों की पहचान के लिये, प्रत्येक स्टेशन बिन्दु पर एक मजबूत खूँटी गाड़ देनी चाहिये और उस पर स्टेशन संख्या डाल देनी चाहिये। घनी घास, झाड़ी आदि की स्थिति में, स्टेशन की भूमि को एक त्रिभुज की शक्ल में साफ करके उसके मध्य खूँटी गाड़नी चाहिये।

जब पक्की जगह, चबूतरा, सड़क आदि पर स्टेशन निर्धारित करना पड़े, तो उस बिन्दु पर लोहे की कील गाड़ देनी चाहिये अथवा पेन्ट से निशान बना देना चाहिये।

सभी स्टेशनों का स्पष्ट विवरण क्षेत्र पंजी में लिख लेना चाहिये। मुख्य स्टशनों की स्थिति दो अथवा तीन स्वतन्त्र मापों द्वारा निर्धारित करनी चाहिये।

सर्वेक्षण स्टेशनों के निर्धारण के लिये अन्य आवश्यक बातें अनुच्छेद 2.33 में दी गयी हैं।

(3) आरेखन व जरीब नापन (Ranging and Chaining)—स्टेशनों का निर्धारण करने के बाद, सर्वेक्षण रेखाओं का आरेखन तथा नापन कार्य किया जाता है। सर्वेक्षण मण्डली सभी आवश्यक उपस्कर लेकर प्रारम्भिक स्टेशन पर पहुँच जाती है और अगले स्टेशन तक आरेखन करके, धरती नापना शुरू कर देती है। स्टेशन दूर से दिखाई पड़े, इसके लिये उन पर झण्डी लगे आरेखन दण्ड गाड़ दिये जाते हैं।

मुख्य रेखाओं, संयोग रेखाओं, आधार तथा जाँच रेखाओं का निर्णय क्षेत्र में ही सब स्थितियों पर विचार करके लिया जाता है। जरीब सर्वेक्षण में सबसे पहले आधार रेखा पर कार्य शुरू किया जाता है, इसके बाद मुख्य तथा अन्य रेखायें ली जाती हैं। आधार रेखा का नापन बड़ी शुद्धता से करना चाहिये और इसकी पुनः जाँच कर लेनी चाहिये। आरेखन व जरीब मापन में एक समय में एक ही रेखा पर कार्य किया जाता है और रेखायें भी निर्धारित क्रमण में ली जाती हैं।

रेखाओं का आरेखन, जरीब नापन, खसके डालने इत्यादि की प्रकिया हम ऊपर स्पष्ट कर चुके हैं। जरीब-वाला, फीते-वाला, झण्डी-वाला, सभी के कर्तव्य भी ऊपर समझाये गये हैं। (अनुच्छेद 2.33)।

जरीब रेखा की लम्बाई ज्ञात करते तथा इसके पार्श्व में स्थित आकृतियों की दूरी, खसकों द्वारा नापते हुये सर्वेक्षण मण्डली आगे बढ़ती है। जरीब आगे सरकाने से पहले, पलट कर यह देख लेना चहिये कि उस जरीब-दूरी में सभी आवश्यक नाप ले लिये गये हैं, क्योंकि बाद में भूल-सुधार काफी कष्टदायक और समय लेवा होती है।

(4) क्षेत्र पंजी भरना तथा अंकन (Recording and Plotting)—सर्वेक्षक जरीब-रेखा पर चलता हुआ सभी आवश्यक माप क्षेत्र पंजी में दर्ज करता जायेगा। स्टेशनों, सर्वेक्षण रेखाओं के नाम, आकृतियों के रूप व शक्लें, उन पर डाले गये लम्बों की दूरी, संयोग/जाँच रेखाओं के मिलन-बिन्दु, जरीब रेखा पर पड़ने वाले नदी-नाले, सड़कों की स्थिति, चौड़ाई, प्रवाह इत्यादि सभी सम्बन्धित प्रविष्टियाँ क्षेत्र पंजी में करेगा। स्थलाकृतियों को दर्शाने के लिये रूढ़ि चिन्ह अनुच्छेद 1.17 में दिये गये हैं।

क्षेत्र पंजी भरने के लिये आवश्यक निर्देश तथा बातें अनुच्छेद 2.37 में दी गयी हैं। सर्वेक्षक को क्षेत्र पंजी में अन्दराज करते समय सदा अपना मुँह जरीब गमन की दिशा में रखना चाहिये। ऐसा करने से दायें-बायें का भ्रम उत्पन्न नहीं होता है।

क्षेत्र पंजी के पृष्ठ का नमूना चित्र 2.45 में दिखाया गया है।

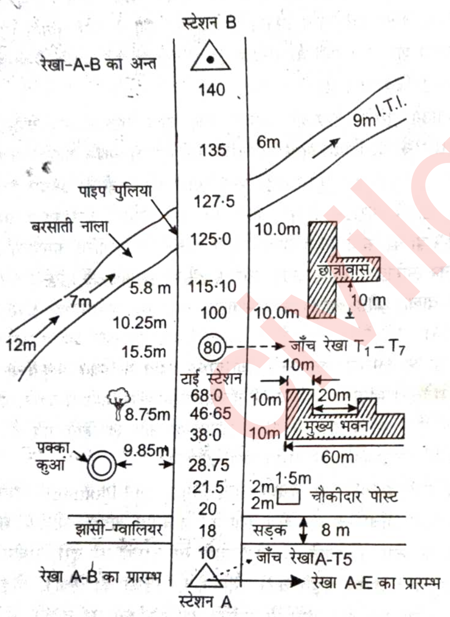
WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

जब क्षेत्र कार्य पूर्ण हो जाये तो क्षेत्र पंजी के आधार पर सर्वेक्षण नक्शा तैयार करने के लिये, क्षेत्र पंजी सर्वेक्षण कार्यालय में भेज दी जाती है।

§ 2.37. क्षेत्र पंजी या फील्ड बुक (Field Book) :

जरीब सर्वेक्षण के नापों का अभिलेख एक छोटे आकार (20 cm × 12 cm) की पक्की जिल्द-मढ़ी, सुहस्त पंजीका में रखा जाता है, जिसे क्षेत्र पंजी या फील्ड बुक कहते हैं। यह पंजीका, चेक बुक की भाँति लम्बाई की दिशा में खुलती है। उपरोक्त आकार के कारण यह जेब में रखी जा सकती है।

क्षेत्र पंजी में, मध्य में लम्बाई दिशा में एक अथवा दो, लाल रंग की समान्तर रेखायें खिंची होती हैं, जो जरीब रेखा को प्रदर्शित करती हैं। अब दो समान्तर रेखाओं वाली क्षेत्र पंजी ही प्रयोग की जाती है, क्योंकि इसमें माप खानों के बीच स्पष्टता से लिखे जा सकते हैं।



चित्र 2.45–क्षेत्र पंजी का पृष्ठ (Specimen Page of a Field Book)

क्षेत्र पंजी में माप पृष्ठ के निचले छोर से लिखना शुरू करके, ऊपरी भाग की ओर ले जाते हैं। यह इस आधार पर न्याय संगत है कि क्षेत्र में जरीब भी पिछले स्टेशन से अगले स्टेशन

(अर्थात् नीचे से ऊपर को) चलती है। इस प्रकार जरीब रेखा तथा पंजी की रेखा में समानता आ जाती है और नाप दर्ज करते समय दिशा-भ्रम उत्पन्न नहीं होता है।

क्षेत्र पंजी में जरीब दूरियों के साथ-साथ, जरीब रेखा के अगल-बगल में स्थित आकृतियों की दूरी भी अंकित की जाती है। जो आकृति दायें है उसके नाप पंजी रेखा के दायीं ओर, और जो बायीं स्थित है, उसके माप बायीं ओर लिखे जाते हैं।

खसके जिस क्रमण में जरीब रेखा पर नापे जाते हैं, उसी क्रम में क्षेत्र पंजी में दर्ज किये जाते हैं। मुख्य आकृतियों की उड़ती शक्लें (Rough Figures) भी स्थिति के अनुसार पंजी के दायें/बायें भाग में बनायी जाती हैं। नयी जरीब रेखा के माप नये पृष्ठ से शुरू करने चाहियें।

क्षेत्र पंजी में सभी प्रविशिष्टयाँ (अन्दराज) पेन्सिल से की जाती हैं। क्षेत्र पंजी एक महत्वपूर्ण अभिलेख है। इसके प्रत्येक पृष्ठ पर मशीनी पृष्ठ-संख्या पड़ी रहती है, अतः कोई पृष्ठ फाड़ना नहीं चाहिये।

क्षेत्र पंजी अभिलेख इस प्रकार तैयार करना चाहिये कि यह उस व्यक्ति की समझ में भी आ जाये, जो वास्तव में उस क्षेत्र में नहीं गया है। क्षेत्र पंजी में यथासम्भव पर्याप्त संख्या में हस्त चित्र, खाके (Sketches) देना सदा लाभकारी रहता है, क्योंकि इनसे स्थल आकृतियों को समझने में आसानी रहती है।

क्षेत्र पंजी में जरीब सर्वेक्षण की पैमाइशे लिखते समय निम्न सन्दर्भ-प्रविष्टियाँ करना जरूरी है—

(i) सर्वेक्षण क्षेत्र का नाम तथा स्थिति,
(ii) सर्वेक्षण की तिथि,
(iii) सर्वेक्षक का नाम,
(iv) सर्वेक्षण क्षेत्र का खाका तथा रेखाओं की स्थिति व विवरण,
(v) सर्वेक्षण रेखाओं की पृष्ठ-सूची,
(vi) जरीब की निर्दिष्ट लम्बाई, जरीब की जाँच की गयी अथवा नहीं।

प्रत्येक सर्वेक्षण रेखा के शुरू में निम्न विवरण देना भी आवश्यक है—

(i) सर्वेक्षण रेखा का नाम (अंग्रेजी वर्णमाला में),
(ii) त्रिभुज-खाने में स्टेशन बिन्दु का नाम,
(iii) स्टेशन बिन्दु पर क्षेत्र में मिलने वाली कोई अन्य सर्वेक्षण रेखा का नाम,
(iv) किसी एक रेखा का दिक्मान (Bearing)।

क्षेत्र पंजी के पृष्ठ का नमूना चित्र 2.45 में दिया गया है।

(III) जरीब सर्वेक्षण का अंकन
(PLOTTING OF CHAIN SURVEY)
(OFFICE WORK)

§ 2.38. आवश्यकता (Necessity) :

जरीब तथा अन्य सर्वेक्षणों का उद्देश्य भूमि पर स्थित प्राकृतिक (Natural) तथा अप्राकृतिक (Man Made) बिन्दुओं, स्थलाकृतियों का विस्तृत विवरण तथा माप एकत्रित करके ऐसा नक्शा तैयार करना है जो भूक्षेत्र को कागज पर अधिक बेहतर ढंग पर प्रदर्शित कर सके, ताकि परियोजक ठोस आधार पर, विश्वास के साथ निर्माण परियोजनायें बना सके।

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

अतः क्षेत्र कार्य पूर्ण हो जाने के पश्चात् क्षेत्र से प्राप्त आंकड़ों तथा मापों के आधार पर अंकन किया जाता है और यदि आवश्यक हो तो भूक्षेत्र का क्षेत्रफल भी ज्ञात किया जाता है। किसी भी इन्जीनियरी परियोजना के लिये उस भूक्षेत्र का नक्शा बनाना लाजमी है।

§ 2.39. अंकन (Plotting) :

क्षेत्र सर्वेक्षण के आधार पर स्थलाकृतियों को उनके आकार तथा माप के अनुपात में किसी उपयुक्त पैमाने द्वारा रेखन पत्र पर चित्रित करने को अंकन कहते हैं। अंकन का कार्य सर्वदा क्षेत्र कार्य के पूर्ण हो जाने पर तथा क्षेत्र से उपलब्ध आँकड़ों, मापों तथा खाकों (Rough Sketches) के आधार पर किया जाता है और इस सम्बन्ध में क्षेत्र पंजी (Field Book) बड़ी महत्व रखती है।

सर्वेक्षण कार्य समाप्ति के पश्चात् लुप्त/गुम मापों की अंकन के समय आवश्यकता पड़ने पर, अंकन में दिक्कत हो सकती है। अतः सर्वेक्षक को क्षेत्र में बड़ी सावधानी से कार्य पूर्ण करना चाहिये।

2.39-1. रेखा अंकन के लिये आवश्यक उपकरण (Equipments Required for Plotting Work)— अंकन कार्य के लिये निम्न उपकरणों तथा सामान की आवश्यकता पड़ती है—

(1) ड्राइंग बोर्ड, (2) टी-स्कायर, (3) पैरेलल रुलर, (4) प्रकारें, (5) लम्बी बार (6) डिवाइडर, (7) चोभक (Prickers), (8) चाँदा (कोणमापी), (9) पैमाना-सैट, (10) सैट-स्कायर, (11) फ्रेंचकर्व, (12) आफसैट पैमाना, (13) ड्राइंग शीट, (14) पेन्सिल 2H से 4H (15) अन्य समान, जैसे—रबर, ड्राइंग पिन, सैण्ड पेपर, कलर बक्स, ब्रूश, चाकू इत्यादि।

2.39-2. जरीब सर्वेक्षण का अंकन प्रक्रम (Plotting of Chain Survey) :

अंकन प्रक्रम निम्न है—

(1) **पैमाना** (Scales)—भूक्षेत्र को रेखन पत्र पर किसी अनुपात में प्रदर्शित किया जाता है। आरेखन से पूर्व पैमाने का चयन आवश्यक है। पैमाने का चयन कार्य के महत्व तथा सर्वेक्षण की शुद्धता के आधार पर किया जाता है। पैमाने का वर्णन अध्याय 1 में किया गया है।

सर्वेक्षण नक्शे महत्वपूर्ण तथा स्थायी अभिलेख होते हैं। समय के साथ साधारण रेखनपत्र प्रायः सिकुड़ जाते हैं। अतः बाद में मापनी से माप पढ़ने में त्रुटि हो सकती है। इसलिये अंकन के समय ही पैमाने को रेखनपत्र के एक कोने में चित्रित करना लाभप्रद रहता है।

(2) **उत्तर दिशा** (North Direction)—सर्वेक्षण नक्शों पर उत्तर दिशा दिखाना आवश्यक है। जहाँ तक सम्भव हो क्षेत्र की उत्तर दिशा को ड्राइंगशीट के शीर्ष (Top) की तरफ दिखायें। इससे अंकन कार्य को समझने में आसानी रहती है। उत्तर रेखा को शीर्ष के ऊपरी दायें भाग पर दिखाना चाहिये। रेखन पत्र पर 1 से $1\frac{1}{2}$ सेमी० चौड़ा हाशिया लगाया जाता है।

(3) **सर्वेक्षण रेखाओं का अंकन** (Plotting Survey Lines)—(i) सर्वप्रथम सर्वेक्षण कार्य की आधार रेखा (Base Line) पेन्सिल से खींची जाती है। इसकी लम्बाई बड़ी शुद्धता से ली जाती है, क्योंकि यह पूर्ण कार्य की शुद्धता का आधार है।

(ii) रेखा के सिरों पर स्थित स्टेशनों को छोटे वृत्तों द्वारा दिखाया जाता है।

(iii) अब आधार रेखा पर बनने वाली त्रिभुजें, इनकी भुजाओं की लम्बाई के चाप डालकर बनायी जाती हैं। त्रिभुजों की शुद्धता की जाँच संयोग (Tie) तथा जाँच (Check) रेखायें खींचकर की जाती हैं। यदि कोई छोटी त्रुटि नजर आती है तो अंकित रेखाओं को घटा-बढ़ा कर समंजित किया जाता है। बड़ी त्रुटि होने पर सभी रेखाओं का पुनः मापन तथा अंकन किया जाता है।

(4) **खसकों का अंकन** (Plotting of Offsets)—(i) सर्वेक्षण का ढाँचा आरेखित करने के पश्चात् क्षेत्र के वांछित बिन्दुओं/आकृत्तियों को शीट पर अंकित किया जाता है।

(ii) जरीब रेखा के प्रारम्भ बिन्दु को शून्य मानकर, जरीब दूरी पैमाने के अनुसार नापी जाती है और उस पर बिन्दु के खसके नापे जाते हैं। नापों को पैमाने पर सावधानी से पढ़ना चाहिये।

(iii) खसकों को समकोण लगाना चाहिये। जहाँ तिरछे खसके डालने हैं, कम्पास इस्तेमाल की जाती है। इसी प्रकार जरीब रेखा पर आगे बढ़ते जाते हैं और इसके दायें-बायें खसके लेते हुये वांछित बिन्दु प्राप्त कर लिये जाते हैं। अब इन बिन्दुओं को क्रमण में मिलाते हुये, आकृतियों को पूर्ण कर लिया जाता है।

(iv) आकृतियों के अंकन के बाद पेन्सिल से खींची गयी खसका-रेखायें रबर से मिटा दी जाती हैं।

(v) खसकों का अंकन करते समय निम्न भूलें हो सकती हैं—

(a) सर्वेक्षण रेखा के गलत बिन्दुओं से खसके निकालना।

(b) सर्वेक्षण रेखा में गलत दिशा में (अर्थात् दायें के स्थान पर बायें से) खसके निकालना।

(c) सर्वेक्षण रेखा के विपरीत छोर से जरीब अंकन करना।

(d) खसकों को भूल जाना।

(e) खसकों के गलत बिन्दुओं को मिलाना।

सावधानी रखने से इन भूलों से बचा जा सकता है। ड्राइंग-शीट पर अंकन करते समय क्षेत्र पंजी को आरेखित रेखा के पार्श्व में रखना चाहिये ताकि दिशा भ्रम उत्पन्न न हो।

(5) **रूढ़ि चिन्ह** (Conventional Symbols)—अंकन में मुख्य आकृतियों—सीमाओं, सार्वजनिक भवनों, सड़कों, रेलमार्गों, पुलों इत्यादि को रूढ़ि चिन्हों से दर्शाया जाता है। मुख्य रूढ़ि चिन्ह अध्याय 1 में दिये गये हैं।

(6) **रंग भरना** (Colouring)—जब सर्वोक्षण-नक्शे में रंग भरने हों तब निम्न रंग अपनाने चाहियें—

(i) भवन—हल्का भूरा रंग (Light Grey)

(ii) परिसर दीवार—नील (Indigo)

(iii) सड़क—भस्मी भूरा-पीला (Burnt Sienna)

(iv) पेड़—हरा रंग (Green)

(v) जल—गहरा नीला रंग (Prussian Blue)

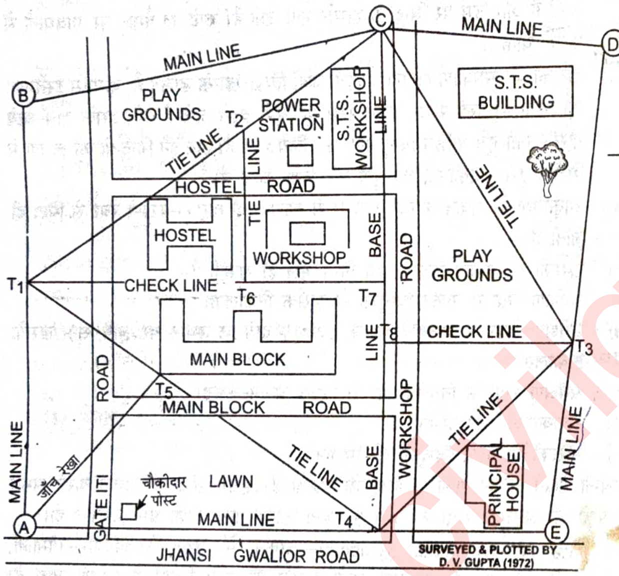
(देखें अनुच्छेद 2.40)।

(7) **सर्वेक्षण नक्शा** (Survey Map)—सर्वेक्षण नक्शे पर निम्न बातें प्रदर्शित होनी चाहियें—

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(i) सर्वे का शीर्ष,
(ii) नक्शे का पैमाना,
(iii) उत्तर रेखा,
(iv) नक्शे का मुख्य भाग,
(v) सांकेतिक चिन्ह सन्दर्भ-सारिणी,
(vi) सर्वेक्षण की तिथि तथा सर्वेक्षक का नाम।

जरीब सर्वेक्षण नक्शे का नमूना चित्र 2.46 में दिखाया गया है।



चित्र 2.46–जरीब सर्वेक्षण प्लान (Chain Survey Plan)

§ 2.40. सर्वेक्षण नक्शों को पक्का करना व रंग भरना (Inking and Colouring of Survey Maps) :

(a) पक्का करना या स्याही फेरना (Inking)—सर्वेक्षण नक्शे स्थायी अभिलेख होते हैं, अत: इन्हें चिरस्थायी बनाने के लिये पेन्सिल में बने नक्शों पर काली स्याही फेर देनी उचित समझी जाती है। स्याही फेरते समय सर्वेक्षण रेखाओं को लाल स्याही में खण्डित-बिन्दु (Dash-dot) में दिखाया जाता है। खसके (Offsets) तथा संयोग (Tie Lines) अन्तिम ड्राइंग पर नहीं दिखाई जाती हैं। शीट पर ऊपर से नीचे अथवा बायें से दायें कार्य बढ़ाना अच्छा रहता है। सर्वप्रथम वक्र रेखाओं पर स्याही फेरी जाती है। इसके लिये फ्रंच-कर्व सैट (French Curves) प्रयोग किये जाते हैं। इसके पश्चात् सीधी रेखायें ली जाती हैं।

(b) रंग डालना (Colouring)—रंगीन नक्शे आकृतियों/प्लान को और अधिक उजागर करते हैं और देखने में भी आकर्षक लगते हैं। यदि प्लान को रंगीन बनाना हो तो स्याही फेरने के बाद शीट को रबड़/डबल रोटी के टुकड़े से अच्छी तरह साफ कर लेना चाहिये। विभिन्न इन्जीनियरी आकृतियों के लिये रंगों का चयन निम्न है—

आकृति	निर्धारित रंग
1. भवन, सड़क	Vermilion Red
2. जल धारा, तालाब, जोहड़, नदी, नहर, कुआ	Prussian Blue
3. पुल	Burnt Sienna
4. नाली, ड्रेन	Cobalt Blue
5. रेलमार्ग, झाड़ी, कटान/भराव	Blue Ink
6. बिजली के तार, काँटेदार तार, जंगल, तट बन्ध, रेल फाटक	Black Ink
7. वृक्ष	Black Ink (with green wash)
8. बैंच मार्क (तल चिन्ह), जरीब रेखा	Crimson Lake
9. उत्तर दिशा	Black Ink

§ 2.41. नक्शों को बड़ा/छोटा करना (Enlarging and Reducing Maps) :

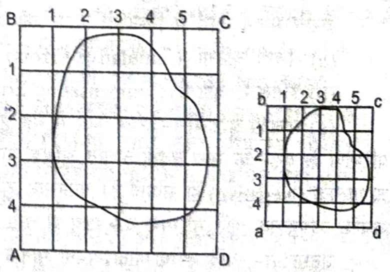
नक्शे के चित्रण को अधिक स्पष्ट करने तथा सहुलियत के लिये, इसे कई बार बड़ा अथवा छोटा करना आवश्यक हो जाता है। इसके लिये सबसे अच्छी विधि नक्शे का पुन: अंकन है। इसमें कार्य की यथार्थता बनी रहती है। परन्तु पुन: अंकन में पर्याप्त समय लगता है और यदि क्षेत्र-पंजी की प्रविष्टियाँ धूमल पड़ गयी हैं, तो पुन: अंकन में दिक्कत आती है।

मूल नक्शे को बड़ा/छोटा करने के कुछ तरीके निम्न हैं—

(i) वर्ग ग्राफीय विधि (Square Graphical Method),
(ii) अनुपात कम्पास विधि (Proportional Compass Method),
(iii) अनुरूप चित्रक (पेन्टाग्राफ) द्वारा (By Pantagraph)
(iv) फोटोस्टेट मशीन द्वारा (By Photostate)।

वर्णन निम्न है—

(1) वर्ग ग्राफीय विधि—मूल नक्शे पर हल्की पेन्सिल से समान दूरी पर एक-दूसरे के समकोण रेखायें खींचकर पूरे प्लान को वर्गों (Net Work of Squares) में बाँट लें। अब वर्गों के जाल को क्षैतिज एवं ऊर्ध्वाधर दोनों दिशाओं में संख्यीकरण कर लें (चित्र 2.47)~



चित्र 2.47–वर्ग-ग्राफीय विधि

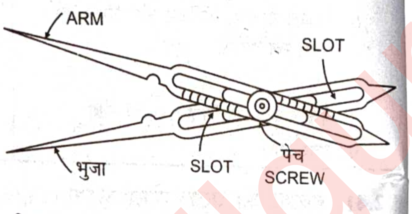
WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

अब एक अन्य शीट पर, नक्शे के वाँछित आकार के अनुसार पेन्सिल से बड़े अथवा छोटे माप के वर्गों का जाल बना लें। जाल में वर्गों की संख्या तथा संख्यीकरण पद्धति मूल नक्शे के अनुरूप ही रखें।

इस नये वर्ग-जाल पर मूल नक्शे के वर्गों के अनुरूप सभी बिन्दुओं/रेखाओं की स्थिति दृष्टि से अथवा प्रकार से नाप कर चिन्हित करते जायें और उनको मिलाते जायें। इस प्रकार नये वर्ग-जाल पर मूल वर्ग-जाल का नक्शा उतर आयेगा। यदि खानों (वर्गों) की संख्यीकरण पर ठीक ध्यान रखा जाये, तो कार्य में पर्याप्त परिशुद्धता आ सकती है।

(2) अनुपाती कम्पास विधि—यह दो भुजाओं वाली विशेष प्रकार की होती है, जो शीर्ष पर जुड़ी न होकर, मध्य भाग में कटे-स्लाटों पर एक पेंच द्वारा आबद्ध रहती है। इसके चारों सिरे नुकीले होते हैं। भुजाओं की फलकों पर रेखाओं, प्लान, ठोसों तथा वृत्तों के अनुपाती पैमानों के निशान बने रहते हैं।

उपयुक्त पैमाने पर उपकरण की भुजाओं को समंजित करके स्लाटों पर पेंच कस दिया जाता है। अब प्रकार के एक ओर के नुकीले सिरों से मूल नक्शे की दूरी नापते हैं, तो उसके विपरीत सिरे अनुपाती दूरी दर्शाते हैं।



चित्र 2.48–अनुपाती प्रकार (Proportional Compass)

अनुपाती प्रकार छोटे कार्यों के लिये ही उपयुक्त है।

(3) अनुरूप चित्रक (पेन्टाग्राफ) द्वारा—लघु उपकरण का अध्याय 5 देखें।

(4) फोटोस्टेट मशीन द्वारा—यह नक्शों को किसी भी माप में बड़ा/छोटा करने का उत्तम साधन है और कार्य तुरन्त होता है, परन्तु इसके लिये मूल्यवान कापी-मशीन की आवश्यकता पड़ती है।

(IV) जरीब कार्य में त्रुटियाँ, बाधायें तथा समस्यायें (ERRORS, OBSTACLES AND PROBLEMS IN CHAIN SURVEY)

§ 2.42. जरीब मापन में त्रुटियाँ (Errors in Chaining) :

जरीब मापन कार्य में निम्न दो प्रकार की त्रुटियाँ हो सकती हैं—

(a) संचयी त्रुटियाँ (Cumulative Errors)

(b) प्रतिकारी त्रुटियाँ (Compensating Errors)

(a) संचयी त्रुटियाँ—जरीब कार्य में यह त्रुटियाँ एक ही दिशा में घटती हैं और कार्य के परिमाण के बढ़ने के साथ बढ़ती अर्थात् अधिक होती जाती हैं। यह धनात्मक (Positive) अथवा ऋणात्मक (Negative) हो सकती हैं। धनात्मक त्रुटि कार्य के परिमाण को सत्य से बढ़ा देती है, जबकि ऋणात्मक त्रुटि परिमाण को सत्य से कम कर देती है।

उदाहरण—यदि जरीब/फीता अपनी मानक लम्बाई से कम है, तो इससे नापी गयी दूरी, सही (सत्य) दूरी से अधिक होगी। यह एक धनात्मक त्रुटि है। इस दूषित जरीब से कार्य आगे

बढ़ाने पर (प्रत्येक जरीब दूरी में) यह त्रुटि जुड़ती जायेगी। अतः यह संचयी त्रुटि भी बन जाती है, इसके विपरीत यदि जरीब/फीता अपनी मानक लम्बाई से बड़ी है, तो इसके द्वारा नापी गयी दूरी, सही दूरी से कम होगी। यह एक ऋणात्मक संचयी त्रुटि कही जायेगी।

(b) प्रतिकारी त्रुटियाँ—यह त्रुटियाँ दोनों दिशा में घटती हैं अर्थात् कभी **धनात्मक** और कभी **ऋणात्मक** हो जाती हैं और आपस में एक-दूसरी को काटती रहती हैं। कुल मिलाकर कार्य पर इन का प्रभाव अन्त में लगभग समाप्त हो जाता है अथवा बहुत ही कम रह जाता है।

उदाहरण—जरीब मापन में अगुआ द्वारा सुए (तीर) को लापरवाही से हैण्डल के कभी बाहर और कभी भीतर की तरफ लगाना। इस त्रुटि से हैण्डल की मोटाई कभी जरीब दूरी में जुड़ जायेगी, कभी घट जायेगी और अन्त में कुल मिला कर परिमाण पर ज्यादा अन्तर नहीं पड़ेगा। यह त्रुटि, समकारी त्रुटि कही जायेगी (देखें अनुच्छेद 1.8)।

2.42-1. त्रुटियाँ तथा उनका निवारण—जरीब कार्य में उत्पन्न होने वाली त्रुटियों के स्रोत तथा निवारण उपाय निम्नलिखित हैं—

(i) जरीब/फीते की अशुद्ध लम्बाई होना,
(ii) जरीब का सीध से भटक जाना,
(iii) जरीब/फीते को पूरी तरह से न खोलना,
(iv) ढाल मापन के समय जरीब में झोल (Sag) आ जाना,
(v) तापमान में अत्यधिक परिवर्तन होना,
(vi) खिंचाव (Pull) बल में परिवर्तन होना,
(vii) गलत निशान लगाना।

वर्णन निम्न है—

(1) जरीब/फीते की लम्बाई निर्दिष्ट लम्बाई से कम/अधिक होना—यह **संचयी** त्रुटि कहलाती है, क्योंकि प्रत्येक जरीब-लम्बाई पर वह संचित होती जाती है। यह एक गम्भीर त्रुटि है। इसके निवारण के लिये—

(i) कार्य प्रारम्भ करने से पहले जरीब की लम्बाई की भली-भाँति जाँच कर लें। जरीब की जाँच की विधि अनुच्छेद 2.9 में दी गयी है।
(ii) कार्य समाप्ति पर पुनः जरीब की जाँच करें। यदि यह दोषी है तो निम्न सूत्र से नापों का संशोधन करें

जरीब की शुद्ध लम्बाई × शुद्ध दूरी = जरीब की अशुद्ध लम्बाई × अशुद्ध दूरी

(2) जरीब का सीध से बाहर निकल जाना—यह **संचयी** त्रुटि है। जरीब को आरेखन की सीध में ही रखना चाहिये। इसके लिये पिछुआ (Follower) को अधिक सावधान रहना चाहिये।

(3) नाप लेते समय जरीब/फीते में ऐंठन रह जाना अथवा इसे पूर्णतः न फैलाना—यह एक **संचयी** त्रुटि है। तेज हवा चलने पर अथवा घनी झाड़ियाँ पार करते समय जरीब को पूरी तरह फैलाने में कठिनाई के कारण यह त्रुटि आती है। जरीब/फीते को पूरी तरह खोल कर तथा खींच कर सीधा कर लेने के पश्चात् ही नाप लेने चाहियें।

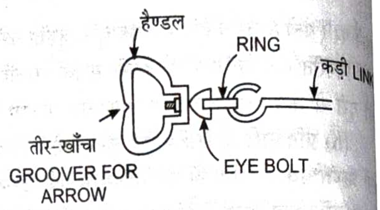
(4) जरीब/फीते में झोल आ जाना—यह **संचयी** त्रुटि है। असम/ढालू भूमि के मापन के समय जरीब/फीते को पूरी तरह खींच कर रखना चाहिये। ढालू जमीन की पैमाइश करते समय पैड़ियों (Steps) की क्षैतिज लम्बाई अधिक नहीं रखनी चाहिये।

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(5) तापमान में अत्यधिक परिवर्तन होना—यह **संचयी** त्रुटि है। तापमान के 10°C के परिवर्तन पर 100 कड़ी वाली जरीब 0·01 कड़ी बढ़/घट जाती है।

सामान्य कार्यों के लिये तापमान के प्रभाव पर विचार नहीं किया जाता है।



चित्र 2.49

(6) जरीब खींचने के लिये असम बल लगाना—यह **समकारी** त्रुटि है। नाप लेते समय जरीब को मानक बल लगाकर ही खींचना चाहिये।

(7) जरीब दूरी के गलत निशान लगाना—यह **समकारी** त्रुटि है। सुए को जरीब हैण्ड से सटाकर न लगाने अथवा सुए को लापरवाही से इधर-उधर गाड़ने के कारण यह त्रु प्रगट होती है। अगुआ (Leader) को बड़ी सावधानी से सुए को सही बिन्दु पर लगाना चाहि (चित्र 2.49)।

नोट : जरीब नापन में त्रुटि तथा संशोधन के लिये अनुच्छेद 2.47, 2.48 देखें।

§ 2.43. जरीब मापन में भूलें (Mistakes or Personal Errors in Chaining) :

जरीब मापन में ध्यानपूर्वक कार्य न करने पर निम्न भूलें हो सकती हैं। अनुभवही सर्वेक्षक/जरीब वाला प्राय: ऐसी भूलें करते हैं। इन भूलों/गलतियों को पकड़ना प्राय: कठिन हो है, जब तक ये बढ़कर बड़ा रूप धारण नहीं कर लेती हैं।

(i) सुओं का उखड़ जाना,
(ii) जरीब की गिनती रखने में भूल करना,
(iii) जरीब/फीता को गलत पढ़ना,
(iv) क्षेत्र पंजी में भ्रमित माप चढ़ा जाना।

भूलों का स्पष्टीकरण निम्न है—

(1) सुओं का उखड़ जाना—अगुआ (Leader) यदि जरीब-दूरी पर सुआ जमीन में अच्छी प्रकार से नहीं गाड़ता है तो जरीब खींचते समय अथवा ठोकर लगने से सुआ प्राय: उखड़ जाता है। उसे पुन: उसी जगह लगाने में भूल हो सकती है।

इस भूल से बचने के लिये, सुए को जमीन में गाड़ने से पहले वहाँ पर एक क्रास (×) का निशान बना देना चाहिये।

(2) जरीब की गिनती में भूल करना—लम्बी रेखाओं के नापन में जरीब संख्या की गिनती रखने में भूल हो सकती है। यह एक गम्भीर भूल है। दसों सुओं को ध्यानपूर्वक गिनकर तब इनकी अदला-बदली करनी चाहिये। इसका अन्दराज क्षेत्र पंजी में भी तुरन्त कर लेना चाहिये।

(3) जरीब/फीता गलत पढ़ना—30 मीटरी जरीब को 20 मीटर की जरीब समझकर कार्य करना एक गम्भीर भूल है।

20 मी॰ वाली जरीब में 5 मी॰ की दूरी पर लगी एक टाँग वाली टिक्की (Tag) को प्राय: 15 मी॰ वाली टिक्की पढ़ लिया जाता है, क्योंकि वह भी एक टाँग वाली होती है।

इस प्रकार फीते पर 6 को 9 अथवा 9 को 6 भी भूल/जल्दबाजी से पढ़ लिया जाता है। यदि फीता शुरू की लम्बाई में कट गया है, तो इसे तुरन्त बदल दें।

(4) क्षेत्र पंजी में भ्रमित माप चढ़ा जाना—सहायक द्वारा दूर से बोलकर लिखाये गये मापों को दर्ज करते समय प्राय: गलती हो जाती है, जैसे—क्षेत्र पंजी में 112 को 211 लिख दिया जाता है। सुनते समय फोरटीन (14) को फोरटी (40) सुन लिया जाता है।

अत: सर्वेक्षक को चाहिये कि वह दर्ज करने से पहले पाठ्यांकों को ऊँची व स्पष्ट आवाज में बोलकर दोहरायें।

§ 2.44. जरीब नापन में बाधायें (Obstacles in Chaining) :

क्षेत्र में जरीब रेखा पर कई बार अनेक बाधायें आ जाती हैं, जिनके कारण नापन कार्य में दिक्कत आ जाती है। ये बाधायें मोटे तौर पर ऊँचा टीला, नदी, नाला, खाई, तालाब, झाड़ी, दलदली भूमि, भवन आदि होती हैं।

चेष्टा यह करनी चाहिये कि जरीब रेखा की स्थिति पहले से ही ऐसी चयनित की जाये कि इन बाधाओं के पास से निकल जाये। यदि ऐसा सम्भव न हो तो बाधाओं की दूरी अप्रत्यक्ष नापों से ज्ञात की जाती है। सम्भावित बाधाओं का अध्ययन हम इन्हें निम्न श्रेणी में रखकर करेंगे।

(i) आरेखन में बाधा (Vision Obstructed)
(ii) जरीब मापन में बाधा (Chaining Obstructed)
(iii) आरेखन तथा जरीब मापन, दोनों में बाधा (Vision and Chaining both Obstructed)

वर्णन निम्न है—

2.44-1. जब जरीब रेखा पर कोई ऊँचा टीला आ जाये—मान लो टीले के कारण आरेखन में दिक्कत है। तब निम्न दो स्थितियाँ उत्पन्न हो सकती हैं—

पहली स्थिति—यदि जरीब रेखा के दोनों छोर (Ends), उस पर स्थित किसी अन्तर्वर्ती बिन्दु से दीख पड़ते हैं, तो अन्योन्य आरेखन (Reciprocal Ranging) विधि अपनाई जाती है (अनुच्छेद 2.25)।

दूसरी स्थिति—जब जरीब रेखा के छोर, उस पर स्थित किसी भी अन्तर्वर्ती बिन्दु से दिखाई न दें। इस स्थिति में जरीब नापन की विधि निम्न है—

विधि—जरीब रेखा के बिन्दु A से अनुकूल दिशा में (टीले के पार्श्व से) एक रेखा AB_1 निकालें। बिन्दु B_1 से जरीब रेखा का मुख्य बिन्दु B दिखाई देना चाहिये। बिन्दु B_1 से एक लम्ब B_1B निकालें। इस प्रकार रेखा AB_1 पर दो उपयुक्त बिन्दु M_1 व N_1 लेकर उनसे भी लम्ब निकालें (चित्र 2.50)। अब AM_1, AN_1, AB_1 तथा BB_1 की दूरी नाप लें। लम्ब M_1M व N_1N की दूरी निम्न प्रकार ज्ञात कर लें—

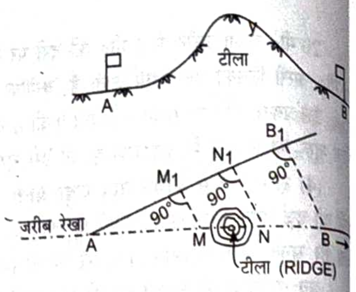
WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

$$M_1M = \frac{AM_1 \times B_1B}{AB_1}$$

(समरूपी त्रिभुजें)

तथा $$N_1N = \frac{AN_1 \times B_1B}{AB_1}$$

यह दूरी लम्बों पर काट लें। बिन्दु M व N जरीब रेखा AB पर स्थित होंगे। M व N को मिलाकर आरेखन कार्य आगे बढ़ायें।



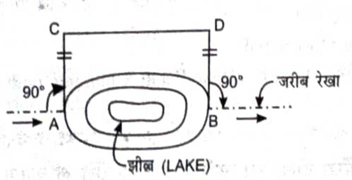
चित्र 2.50

2.44-2. जब जरीब रेखा पर कोई झील/तालाब आ जाये–मान लो झील के का आरेखन में तो कठिनाई नहीं है, परन्तु जरीब मापन नहीं हो सकता है।

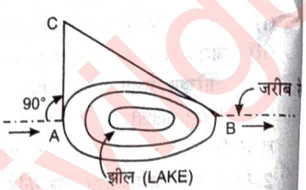
ऐसी बाधा पर जरीब मापन की निम्न विधियाँ हैं—

(a) बिन्दु A व B पर जो झील के किनारे पर है, आरेखन दण्ड गाड़ दें। A पर AC तथा B पर BD लम्ब निकालें। $AC = BD$ बनायें। अब CD दूरी नाप ले

अतः $AB = CD$ (चित्र 2.51)।



चित्र 2.51

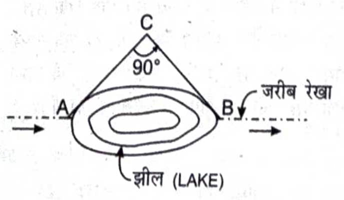


चित्र 2.52

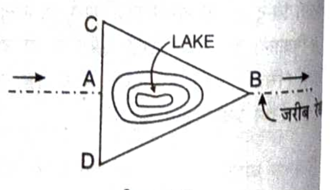
(b) बिन्दु A से लम्ब AC निकालें। C को B से मिलायें। AC तथा CB को मापें (चि 2.52)।

अतः $$AB = \sqrt{(BC^2 - AC^2)}$$

(c) किसी उपयुक्त बिन्दु C (झील से बाहर) से प्रकाशीय गुनिया की सहायता से AB दो रेखायें डालें ताकि $\angle ACB = 90°$ हो। AC व BC को नापें (चित्र 2.53)।



चित्र 2.53



चित्र 2.54

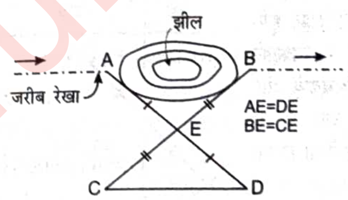
अतः $$AB = \sqrt{(AC^2 + BC^2)}$$

(d) बिन्दु A पर सीधी रेखा CAD बनायें AC, AD, BC तथा BD को माप लें (चित्र 2.54)।

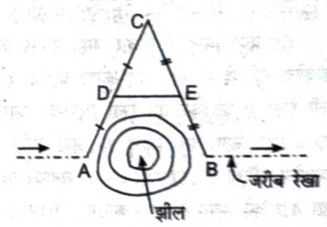
अतः $$AB = \sqrt{\left[\frac{(BC^2 \times AD) + (BD^2 \times AC)}{CD}\right] - [AC \times AD]} \quad ...(2.3)$$

(e) झील के बाहर कोई उपर्युक्त बिन्दु E लें। AE का आरेखन करें और इसे D तक बढ़ायें ताकि $AE = DE$। इसी प्रकार BE का आरेखन करें और इसे C तक बढ़ायें ताकि $BE = CE$, अब CD को नाप लें, जोकि AB के बराबर होगी (चित्र 2.55)।

(f) झील के बाहर कोई उपयुक्त बिन्दु C लें। AC तथा BC को नापें। अब AC के मध्य बिन्दु D तथा BC के मध्य बिन्दु E लें, अर्थात् $CD = AD$ तथा $CE = BE$। DE को नाप लें। अब $AB = 2DE$ (चित्र 2.56)।



चित्र 2.55

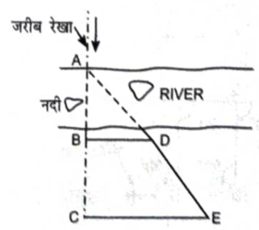


चित्र 2.56

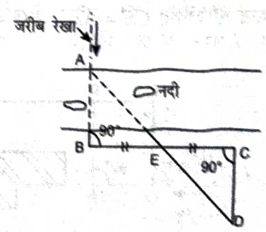
2.44-3. जब जरीब रेखा पर कोई नदी पड़ती हो—नदी के आर-पार दिखाई तो देता है और आरेखन भी सम्भव है, परन्तु जरीब नापन नहीं हो सकता है।

इस बाधा के लिये जरीब नापन की निम्न विधियाँ हैं—

(a) नदी के दोनों किनारों पर जरीब रेखा पर दण्ड A तथा B गाड़ दें। AB की सीध में बिन्दु C लें। BD तथा CE दो समान्तर रेखायें डालें। इनकी लम्बाई ऐसी रखें कि A, D व E एक सीधी रेखा पर हों। BC, BD तथा CE को नाप लें (चित्र 2.57)।



चित्र 2.57



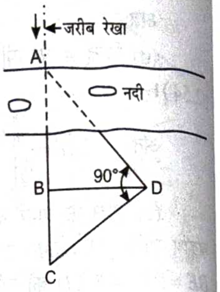
चित्र 2.58

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

अब $AB = \dfrac{BC \times BD}{CE - BD}$

(b) बिन्दु B पर BC लम्ब निकालें। इसका मध्य बिन्दु E ज्ञात कर लें। अब बिन्दु C से CD निकालें। AE का आरेखन कर D बिन्दु ज्ञात करें। अब $AB = CD$ होगा (चित्र 2.58)।

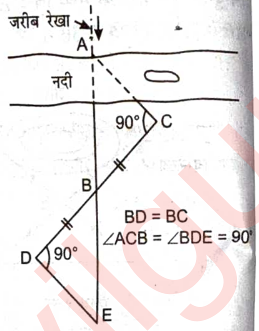
(c) कोई बिन्दु D लें जहाँ से जरीब रेखा AB दिखाई दे। अब बिन्दु D से प्रकाशीय गुनिया की सहायता से $\angle ADC = 90°$ बनायें ताकि त्रिभुज ACD एक समकोण त्रिभुज बन जाये। बिन्दु D से एक लम्ब रेखा AC पर डाल कर बिन्दु B ज्ञात कर लें। BD तथा BC को नाप लें (चित्र 2.59)।



चित्र 2.59

अब $AB = \dfrac{BD^2}{BC}$

(d) कोई बिन्दु C लेकर, यहाँ पर A को देखते हुये, प्रकाशीय गुनियाँ से 90° का कोण बनायें। C से निकलने वाली रेखा B को काटेगी। रेखा BC को आगे बढ़ायें और $BD = BC$ नाप कर बिन्दु D ज्ञात करें। अब D पर प्रकाशीय गुनिया से $\angle BDE = 90°$ बनायें। यह रेखा E पर, रेखा AB को (बढ़ाने पर) काटेगी (चित्र 2.60)।

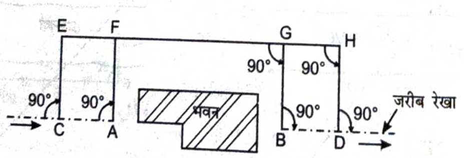


चित्र 2.60

अब $AB = BE$

2.44-4. जब जरीब रेखा पर कोई भवन आ जाये–जरीब रेखा पर कोई भवन अथवा ऊँची दीवार आ गयी है, जिसके कारण आर-पार आरेखन नहीं हो सकता और न ही जरीब मापन ही सम्भव है। इस बाधा को लाँघने की विधियाँ निम्न हैं—

प्रथम विधि—जरीब रेखा पर, बाधा से हट कर कोई दो बिन्दु C व A लेकर, उनसे समान लम्बाई के दो लम्ब निकालें, अर्थात् $CE = AF$ लें। अब EF को मिलाते हुये रेखा को बाधा से आगे, H तक बढ़ायें। बिन्दु G व H से लम्ब निकालें और इन लम्बों को CE या AF के बराबर काट लें अर्थात् $CE = AF = BG = DH$।

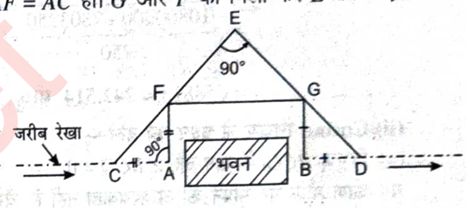


चित्र 2.61

अब बिन्दु B, D जरीब रेखा AB पर स्थित होंगे और AB की दूरी FG के बराबर होगी (चित्र 2.61)।

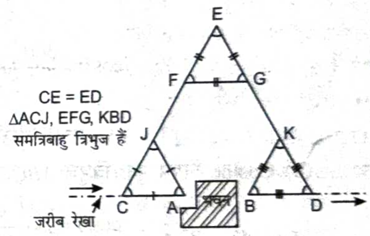
द्वितीय विधि—बिन्दु A से लम्ब AF उपयुक्त लम्बाई का निकालें। जरीब रेखा पर एक अन्य बिन्दु C, इस प्रकार लें कि $AF = AC$ हो। G और F को मिला कर E तक बढ़ायें। अब बिन्दु E से लम्ब ED निकालें और $ED = CE$ बनायें। EG को भी EF के बराबर बनायें।

अब G और D को केन्द्र मानकर और AF के बराबर त्रिज्या लेकर दो चाप लगायें जो एक दूसरे को बिन्दु B पर काटें। BD को मिलायें। रेखा BD मूल जरीब रेखा CA के आरेखन में होगी। FG को नाप लें। दूरी AB भी FG के बराबर होगी (चित्र 2.62)।



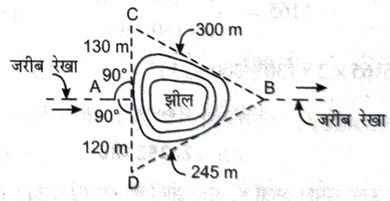
चित्र 2.62

तृतीय विधि—जरीब रेखा पर, बाधा के इस ओर एक सम-त्रिबाहु त्रिभुज ACJ बनायें। CJ को बिन्दु E तक बढ़ायें। यहाँ पर भी एक सम-त्रिबाहु त्रिभुज EFG बनायें। अब EG को D तक इस प्रकार बढ़ायें कि $ED = CE$ हो। यहाँ पर भी एक सम-त्रिबाहु त्रिभुज KBD बनायें। रेखा BD जरीब रेखा CA की सीध में होगी। CE को नापें (चित्र 2.63)।



चित्र 2.63

उदाहरण 2.3 : एक सर्वेक्षण-रेखा पर एक झील पड़ रही है, जिसकी लम्बाई ज्ञात करने के लिये चित्र 2.64 अनुसार मौके पर नापन किया गया। झील की लम्बाई की गणना करें।



चित्र 2.64

हलः चित्र के अनुसार झील की लम्बाई AB है।

(i) AB की लम्बाई $= \sqrt{\dfrac{(BC^2 \times AD) + (BD^2 \times AD)}{CD} - AC \times AD}$

(सूत्र 2.3 देखें)

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

उपरोक्त सूत्र में चित्र के अनुसार ज्ञात माप रखने पर—

$$AB = \sqrt{\frac{(300^2 \times 120) + (245^2 \times 130)}{(130+120)} - (130 \times 120)}$$

$$= \sqrt{\frac{10800000 + 7803250}{250} - (15600)}$$

$$= \sqrt{58813} = \mathbf{242.514} \text{ मी०}$$

उत्तर

(ii) Cosine नियम से प्रश्न का हल—

(a) त्रिभुज BCD में मान लो $\angle BCD = \theta$

यह कोण मौके पर मापने की आवश्यकता नहीं है, वैसे भी जरीब सर्वेक्षण में कोण-माप नहीं किया जाता है।

तब $$\cos\theta = \frac{CB^2 + CD^2 - BD^2}{2\,CB \times CD} \qquad ...(2.4$$

∴ $$\cos\theta = \frac{300^2 + 250^2 - 245^2}{2 \times 300 \times 250}$$

$$= 0\cdot6165$$

(b) Cosine नियम पुनः त्रिभुज ABC पर लगाने पर—

$$\cos\theta = \frac{CA^2 + CB^2 - AB^2}{2\,CA \times CB}$$

$$= \frac{130^2 + 300^2 - AB^2}{2 \times 130 \times 300} \qquad ...(ii$$

(i) व (ii) की तुलना करने पर—

$$0\cdot6165 = \frac{130^2 + 300^2 - AB^2}{2 \times 130 \times 300}$$

अथवा $$0\cdot6165 \times 2 \times 130 \times 300 = 130^2 - 300^2 - AB^2$$

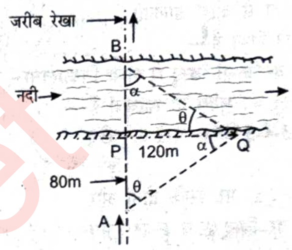
अथवा $$48087 = 106900 - AB^2$$

∴ $$AB = \mathbf{24252} \text{ मी०}$$

दोनों विधियों से उत्तर समान आता है, अतः झील की लम्बाई = **242·52 मी०** उत्तर

उदाहरण 2·4—एक जरीब-रेखा एक नदी को पार करती है। नदी की चौड़ाई ज्ञात करने के लिये, जरीब-रेखा से एक लम्ब PQ, नदी प्रवाह की दिशा में लिया गया, जिसकी लम्बाई 120 मी० है (चित्र 2.65)। लम्ब के शीर्ष-बिन्दु से दो रेखायें, जिनके मध्य 90° का कोण है, जरीब-रेखा तक दौड़ाई गयी हैं। यदि बिन्दु AP की दूरी 80 मी० हो, नदी की चौड़ाई ज्ञात करें।

हल : प्रश्न (व चित्र 2.65) अनुसार—



चित्र 2.65

$$\angle BQA = 90°$$

अथवा $$\angle PQB + \angle PQA = 90° \qquad ...(i)$$

समकोण त्रिभुज BQP पर विचार करने पर—

$$\angle PBQ + \angle PQB = 90° \qquad ...(ii)$$

(i) व (ii) के लिये—

$$\angle PQB + \angle PQA = \angle PBQ + \angle PQB$$

अथवा $$\angle PQA = \angle PBQ = \alpha \text{ (say)}$$

तब $$\angle PQB = \angle QAP = \theta \text{ (say)}$$

अतः त्रिभुजें PQB व PAQ समरूपी हैं।

∴ $$\frac{PB}{PQ} = \frac{PQ}{AP}$$

अथवा $$PB = \frac{PQ^2}{AP}$$

ज्ञात मान रखने पर—

$$PB = \frac{(120)^2}{80} = \mathbf{180} \text{ मी०}$$

उत्तर

§ 2.45. जरीब सर्वेक्षण में समस्यायें (Typical Problems in Chain Surveying) :

क्षेत्र में आरेखन तथा जरीब मापन में प्रकट होने वाली मुख्य समस्यायें निम्न हैं—

(i) जरीब रेखा के किसी बिन्दु से लम्ब निकालना,
(ii) किसी बाहरी बिन्दु से जरीब रेखा पर लम्ब डालना,
(iii) किसी बाहरी बिन्दु से जरीब रेखा के समान्तर रेखा डालना,
(iv) किसी अगम्य रेखा के समान्तर, दिये गये बिन्दु से रेखा डालना,
(v) नदी/झील में जा कर मिलने वाली रेखाओं का मिलन बिन्दु ज्ञात करना,

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

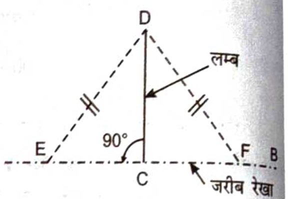
(vi) मीनार/चिमनी की ऊँचाई ज्ञात करना,
(vii) फीते की सहायता से कोण डालना।

समस्याओं का निवारण निम्न है।

2.45-1. जरीब रेखा के किसी बिन्दु से लम्ब निकालना– बगैर कोण मापी के रेखा के किसी बिन्दु से लम्ब निकालने की मुख्य दो विधियाँ हैं—

(a) पहली विधि या 3-4-5 विधि– देखें अनुच्छेद 2.18(1)।

(b) दूसरी विधि– बिन्दु *C* पर इसके दोनों ओर जरीब रेखा पर, समान दूरी पर बिन्दु *E* व *F* लें। अब फीते को 10 मी० खोल लें और शून्य वाला अंक बिन्दु *E* पर तथा 10 मी० वाला अंक बिन्दु *F* पर बाँध दें/पकड़ लें। फीते का 5 मी० वाले अंक (मध्य) को पकड़ कर फीता खींचें ताकि इसमें झोल न रहे। इस प्रकार 5 मी० वाला अंक बिन्दु *D* पर होगा और $\angle ECD = 90°$ होगा।



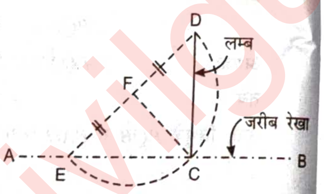
चित्र 2.66

अब बिन्दु *DC* को मिलायें। यह रेखा *AB* पर अभिष्ट लम्ब होगी (चित्र 2.66)।

2.45-2. किसी बाहरी बिन्दु से जरीब रेखा पर लम्ब डालना– मान लो जरीब रेखा *AB* के बाहर कोई बिन्दु *D* है, जहाँ से रेखा पर लम्ब डालना है। लम्ब डालने की निम्न दो विधियाँ हैं—

(a) पहली विधि– देखें अनुच्छेद 2.15 (2)।

(b) दूसरी विधि– जरीब रेखा पर कोई बिन्दु *E* लें। बिन्दु *D* (जहाँ से लम्ब गिराना है) तथा *E* को मिलायें। रेखा *ED* का समद्विभाजन करें। मान लो यह बिन्दु *F* है।



चित्र 2.67

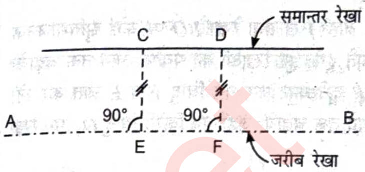
अब *F* को केन्द्र मान कर, *EF* या *FD* के बराबर त्रिज्या लेकर एक चाप खींचें। यह चाप जरीब रेखा को *C* पर काटेगी। बिन्दु *C* व *D* को मिलायें।

रेखा *CD* जरीब रेखा *AB* पर लम्ब होगी (चित्र 2.67)।

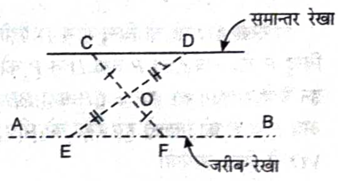
2.45-3. किसी बाहरी बिन्दु से जरीब रेखा के समान्तर रेखा डालना– मान लो बिन्दु *C* से जरीब रेखा *AB* के समान्तर एक रेखा लगानी है। इसकी दो विधियाँ हैं —

(a) पहली विधि– बिन्दु *C* से जरीब रेखा *AB* पर एक लम्ब *CE* डालें। रेखा *CE* की लम्बाई माप लें।

जरीब रेखा पर एक अन्य बिन्दु *F* लें और इस पर एक लम्ब *FD* निकालें। रेखा *FD* को *CE* के बराबर काट लें। बिन्दु *C* व *D* को मिलायें। रेखा *CD*, जरीब रेखा *AB* के समान्तर होगी। (चित्र 2.68)।



चित्र 2.68



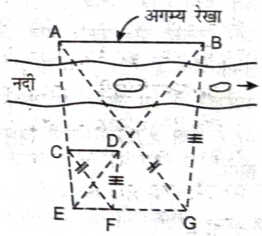
चित्र 2.69

(b) दूसरी विधि– जरीब रेखा पर कोई बिन्दु *F* लें और इसे *C* से मिलायें। रेखा *CF* को समद्विभाजित करें। यह बिन्दु *O* होगा।

अब जरीब रेखा पर एक अन्य बिन्दु *E* लें। *EO* को मिलाते हुये सीधा आगे बढ़ायें। अब *EO* = *OD* लेते हुये, बिंदु *D* ज्ञात करें, बिन्दु *C* व *D* को मिलाने वाली रेखा, जरीब रेखा *AB* के समान्तर होगी। (चित्र 2.69)।

2.45-4. किसी अगम्य रेखा के समान्तर, दिये गये बिन्दु से रेखा डालना– मान लो *AB* एक अगम्य (पहुँच रहित) रेखा है और बाधा के इस तरफ बिन्दु *C* है, जिससे मूल रेखा *AB* के समान्तर एक रेखा लगानी है। विधि निम्न है—

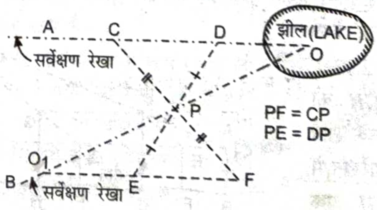
बिन्दु *A* और *C* को मिलाती हुयी एक सीधी रेखा खींचें। इस पर कोई बिन्दु *E* लें। अब इसके सामने एक अन्य बिन्दु *G* लें। बिन्दु *G* व *E*, *G* व *A* तथा *E* व *C* को मिलायें।



चित्र 2.70

अब बिन्दु *C* से, रेखा *AG* के समान्तर एक रेखा *CF* खींचें जो रेखा *EG* को *F* पर काटेगी। इस प्रकार बिन्दु *F* से, रेखा *GB* के समान्तर एक रेखा लगायें, जो रेखा *EB* को *D* पर काटे। बिन्दु *C* व *D* को मिलायें (चित्र 2.70)। रेखा *CD*, मूल रेखा *AB* के समान्तर होगी।

2.45-5. नदी/झील में जाकर मिलने वाली रेखाओं का मिलन-बिन्दु ज्ञात करना– मान लो दो रेखायें *AO* तथा *BO* झील के अन्दर जाकर किसी बिन्दु *O* पर मिलती हैं। (चित्र 2.71)। बिन्दु *O* की स्थिति निम्न प्रकार ज्ञात की जाती है।



चित्र 2.71

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

रेखा AO पर दो बिन्दु C व D (झील से बाहर) लें तथा रेखा BO पर कोई सुविधाजनक बिन्दु P लें। अब C व P तथा D व P को मिलाते हुये, इन रेखाओं को पर्याप्त आगे तक बढ़ायें। इन नयी रेखाओं पर $PF = CP$ तथा $PE = DP$ दूरी काट कर नये बिन्दु F व E ज्ञात कर लें। अब F व E को मिलाते हुये रेखा को सीध में आगे तक बढ़ायें, जहाँ यह किसी बिन्दु O_1 पर रेखा VO से मिल जायेगी।

अतः $\Delta s COP$ तथा O_1FP समरूपी त्रिभुजें होंगी।

$\therefore \quad CO = FO_1 \quad$ तथा $\quad PO = PO_1$ होंगे।

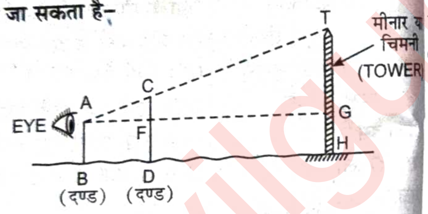
2.45-6. मीनार/ चिमनी की ऊँचाई ज्ञात करना– मीनार/चिमनी की स्थिति दो प्रकार की हो सकती है—

(a) जब मीनार के आधार तक पहुँचना सम्भव हो।

(b) जब मीनार के आधार तक पहुँचना कठिन हो।

(a) जब आधार तक पहुँचा जा सकता है–

विभिन्न ऊँचाई के दो दण्ड AB तथा CD (चित्र 2.72) लें और उनको इस प्रकार गाड़े कि उनके शीर्ष A व C मीनार के T के आरेखन में आ जायें। अब त्रिभुजें ACF तथा ATG समरूपी त्रिभुजें होंगी।



चित्र 2.72

$$\therefore \quad \frac{TG}{CF} = \frac{AG}{AF}$$

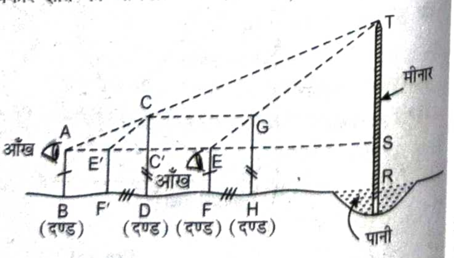
अथवा $\quad TG = \dfrac{CF \times AG}{AF}$, यहाँ CF दण्डों की लम्बाई में अन्तर है।

$\therefore$ मीनार की कुल ऊँचाई, $TH = AB + TG$, यहाँ AB भूमि से प्रेक्षक की आँख की ऊँचाई है।

(b) जब आधार अगम्य है–

मीनार की ऊँचाई निम्न प्रकार ज्ञात की जायेगी। चार दण्ड AB, CD, EF व GH इस प्रकार लें कि $AB = EF$ तथा $CD = GH$ हो (चित्र 2.73)।

दण्ड EF व GH को इस प्रकार गाड़ें कि उनके शीर्ष मीनार के शीर्ष T के आरेखन में आ जायें अर्थात् EGT एक सीधी दृष्टि रेखा बने।



चित्र 2.73

दण्ड AB व CD को भी इसी प्रकार गाड़ें कि उनके शीर्ष भी मीनार के शीर्ष T के आरेखन में आ जायें अर्थात् ACT सीधी दृष्टि रेखा बने।

अब $DF' = FH$ लें और F' से लम्ब $F'E'$ निकालें। बिन्दु $E'C$ को मिलायें। स्पष्ट है कि $\Delta s\, AET$ तथा $AE'C$ समरूपी हैं।

$$\text{अतः} \quad \frac{TS}{CC'} = \frac{AE}{AE'}$$

$$\therefore \quad TS = \frac{AE \times CC'}{AE'}$$

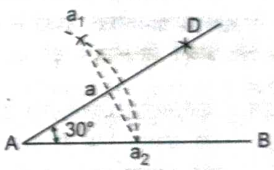
कुल ऊँचाई $= TS + SR$

दूरी AE, AE' तथा SR क्षेत्रों में नापी जाती हैं। CC' दोनों दण्डों की लम्बाई का अन्तर है।

2.45-7. फीते की सहायता से मुख्य कोण डालना—फीते की सहायता से भूमि पर कुछ सामान्य कोण डालने की विधि निम्न है—

(a) फीते से 30° का कोण डालना– रेखा AB पर 30° का कोण केवल फीते की मदद से डालना है। विधि इस प्रकार है—

1. रेखा AB पर कोई दूरी Aa_2 (मान लो 5 मी०) लें और इस पर तीर गाड़ दें (चित्र 2.74)।
2. अब बिन्दु A को केन्द्र मानकर Aa_2 के बराबर त्रिज्या की चाप डालें।
3. बिन्दु a_2 को केन्द्र मानकर, त्रिज्या Aa_2 के बराबर एक और चाप खींचें जो पहली चाप को a_2 पर काटे।

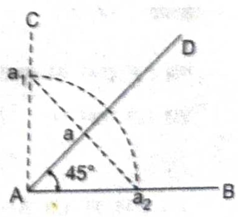


चित्र 2.74—30° का कोण डालना

4. a_2 व a_2 को मिलायें और इसका द्विभाजक बिन्दु a निकाल लें।
5. बिन्दु A को a से मिलाते हुये आगे D तक बढ़ायें।
6. $\angle DAB$ 30° का होगा।

(b) फीते से 45° का कोण डालना—विधि निम्न है—

1. रेखा AB पर एक लम्ब AC डालें। (इसका वर्णन ऊपर कर चुके हैं)।
2. बिन्दु A को केन्द्र मान कर एक चाप (मान लो 5 मी० त्रिज्या की) डालें जो रेखा AB व AC को क्रमशः a_2 व a_1 पर काटें।
3. a_1 व a_2 को मिलायें और इसे द्विभाजित करें। माना यह बिन्दु a है (चित्र 2.75)।
4. बिन्दु A को a से मिलाते हुये D तक बढ़ायें।
5. $\angle DAB$ 45° का होगा।



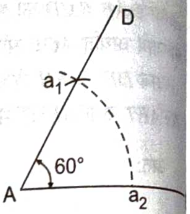
चित्र 2.75—45° का कोण डालना

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(c) फीते से 60° का कोण डालना– प्रक्रिया निम्न है—

1. रेखा *AB* पर कोई दूरी Aa_2 (मान लो 5 मी०) लें।
2. अब बिन्दु *A* को केन्द्र मान कर, Aa_2 के बराबर त्रिज्या की एक चाप डालें।
3. बिन्दु a_2 को केन्द्र मान कर, इसी त्रिज्या की (Aa_2 के बराबर) एक और चाप खींचें जो पहली चाप को a_1 पर काटे।
4. बिन्दु *A* को a_1 से मिलते हुये आगे *D* तक बढ़ायें (चित्र 2.76)।
5. $\angle DAB$ 60° का होगा।



चित्र 2.76—60° का कोण डालना

उदाहरण 2.5 : केवल आरेखन दण्डों की सहायता से एक भवन की ऊँचाई निकालनी इस हेतु दो आरेखन दण्ड, जिनकी लम्बाई 2·70 मी० व 1·10 मी० हैं, को भवन कोर (किनारे) के साथ एक ही सीधी रेखा में इस प्रकार स्थापित किये जाते हैं आरेखन दण्डों के शीर्ष तथा भवन का शीर्ष एक ही रेखा पर पड़ते हैं। इस व्यवस्था में दोनों आरेखन दण्डों के मध्य की दूरी 15 मीटर तथा छोटे आरेखन दण्ड भवन की कोर से दूरी 40 मी० आती है। भवन की ऊँचाई ज्ञात कीजिये। (B.T.

हल : दोनों आरेखन दण्ड चित्र 2.72 के अनुसार गाड़े गये हैं।

अतः उपरोक्त चित्र को देखते हुये—

छोटे आरेखन दण्ड *AB* की ऊँचाई = 1·10 मी०

बड़े आरेखन दण्ड *CD* की ऊँचाई = 2·70 मी०

दोनों दण्डों के मध्य दूरी, *AF* = 15 मी०

छोटे आरेखन दण्ड की भवन से दूरी, *AG* = 40 मी०

चित्र 2.72 में त्रिभुजें *ACF* तथा *ATG* समरूपी त्रिभुजें हैं।

$$\therefore \quad \frac{TG}{CF} = \frac{AG}{AF}$$

अथवा
$$TG = \frac{AG \times CF}{AF}$$

यहाँ *CF* दण्डों की लम्बाई में अन्तर, 2·70 − 1·10 = 1·60 मी० है।

ज्ञात मान रखने पर,
$$TG = \frac{40 \times 1{\cdot}60}{15}$$
$$= 4{\cdot}267 \text{ मी०}$$

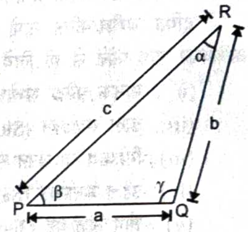
$\therefore$ भवन की कुल ऊँचाई $TH = AB + TG$
$$= 1{\cdot}10 + 4{\cdot}267$$
$$= \mathbf{5{\cdot}367 \text{ मी०}}$$

उत्तर

§ 2.46. सुस्थित (या सुआकारीय) त्रिभुज की जाँच (Testing Well-Conditioned Triangle) :

जैसा पूर्व अनुच्छेदों में बता चुके हैं कि जरीब सर्वेक्षण के अन्तर्गत सर्वे-क्षेत्र को त्रिभुजों में बाँटा जाता है, क्योंकि त्रिभुज का आरेखन (Ranging) तथा अंकन (Plotting) सरल पड़ता है। परन्तु सन्तोषजनक कार्य के लिये इन त्रिभुजों को सुस्थित (Well conditioned) होना चाहिये अर्थात् त्रिभुज का कोई भी भीतरी कोण 30° से कम तथा 120° से अधिक नहीं होना चाहिये (अनुच्छेद 2.1)। त्रिभुज की सुआकारिता की जाँच त्रिकोणमिति के निम्न सूत्रों से की जा सकती है।

यदि *a*, *b* व *c* किसी त्रिभुज की तीनों भुजायें और α, β व γ उनके सम्मुख (opposite) कोण हैं (चित्र 2.77), तब—



चित्र 2.77—त्रिभुज की सुआकारिता की जाँच

(i) sine नियम—

$$\frac{\sin\alpha}{a} = \frac{\sin\beta}{b} = \frac{\sin\gamma}{c} \qquad \ldots(2.5)$$

(ii) cosine नियम—

त्रिभुज में सबसे छोटी भुजा के सम्मुख वाला कोण सबसे छोटा होता है। अतः भुजा *a* को सबसे छोटी व $\angle\alpha$ को न्यूनतम मानने पर—

$$\cos\alpha = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2\,bc} \qquad \ldots(\text{सूत्र})$$

उदाहरण 2.6 : एक त्रिभुज *PQR* की भुजाओं के माप क्रमशः *PQ* = 60 मी०, *QR* = 98 मी० तथा *RP* = 115 मी० हैं। त्रिभुज की सुआकारिता की जाँच करें।

हल: चित्र 2·77 के अनुसार—

a = 60 मी०, *b* = 98 मी० तथा *c* = 115 मी० हैं।

उपरोक्त में भुजा *a* सबसे छोटी हैं। अतः इसके सामने वाला कोण α न्यूनतम होगा।

$$\cos\alpha = \frac{b^2 + c^2 - \alpha^2}{2\,bc} \qquad \ldots(\text{सूत्र})$$

ज्ञात मान रखने पर—

$$\cos\alpha = \frac{(98)^2 + (115)^2 - (60)^2}{2 \times 98 \times 115}$$

$$\cos\alpha = \frac{19229}{22540} = 0{\cdot}8531$$

$$\therefore \quad \alpha = 31° - 27'$$

यह कोण 30° से अधिक है, अतः त्रिभुज *PQR* एक सुस्थित (Well Conditioned) त्रिभुज है। उत्तर

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

§ 2.47 फीता संशोधन (Tape Corrections) :

जरीब मापन कार्य में त्रुटियों की चर्चा अनुच्छेद 2.42 में की गयी है। इन त्रुटियों के कारण जरीब सर्वेक्षण में अशुद्धता आ जाती है। अत: इन त्रुटियों का प्रभाव समाप्त करने अथवा स्वीकार्य स्तर पर लाने के लिये, इन पर संशोधन (corrections) लगाये जाते हैं। प्राय: सामान्य जरीब-नापन कार्यों में इन संशोधनों को लगाने की आवश्यकता नहीं है, परन्तु जब सर्वेक्षण कार्य के महत्व को दृष्टि में रखते हुये, परिशुद्ध जरीब मापन करना है, ये संशोधन लगाने आवश्यक हो जाते हैं। दूरियाँ अधिक शुद्धता से मापने के लिये, जरीब सर्वेक्षण में, जरीब के स्थान पर इस्पाती फीता अथवा इन्वार फीता प्रयोग करना चाहिये।

दूषित जरीब/फीता नापों को संशोधित करने को **फीता संशोधन** कहते हैं, क्योंकि अधिकतर नाप फीते से ही लिये जाते हैं। फीता संशोधन निम्न हैं—

(i) मानक फीता संशोधन (Standard Tape Correction)
(ii) ढाल संशोधन (Slope Correction)
(iii) खिंचाव या तनन संशोधन (Pull or Tension Correction)
(iv) झील संशोधन (Sag Correction)
(v) ताप संशोधन (Temperature Correction)।

यहाँ ध्यान रखना है, कि त्रुटियों तथा संशोधनों के परिणाम तो समान होते हैं, परन्तु इनके चिन्ह एक-दूसरे के विपरीत होते हैं। अत: धनात्मक त्रुटि के लिये संशोधन ऋणात्मक होता है और ऋणात्मक त्रुटि के लिये धनात्मक।

2.47-1. मानक फीता संशोधन—C_{st}—जब फीता की वास्तविक लम्बाई (Actual Length) उसकी निर्दिष्ट लम्बाई (Designated Length) से भिन्न (कम/अधिक) होती है, तब उस फीते द्वारा नापे गये माप सत्य माप से अधिक/कम होते हैं।

मानक फीता संशोधन, $$C_{st} = \frac{C \times L}{l} \qquad ...(2.6)$$

यहाँ C = फीते की लम्बाई में त्रुटि
= वास्तविक लम्बाई − निर्दिष्ट लम्बाई
L = रेखा की नापी गयी दूरी
l = फीते की निर्दिष्ट लम्बाई।

विस्तृत वर्णन के लिये अनुच्छेद 2.48 देखें।

2.47-2. ढाल संशोधन- C_s— भू-ढाल के अनुरूप (along) नापी गयी दूरी, इसकी क्षैतिज दूरी से अधिक होती है। अत: यह संशोधन ऋणात्मक (–ve) होता है।

(i) जब रेखा के सिरों (छोरों) का ऊर्ध्व-अन्तर h तथा ढालू दूरी L है, तब—

$$C_s = \frac{h^2}{2L} \qquad ...(2.7)$$

(ii) यदि ढाल का कोण θ है, तब

$$C_s = L - L\cos\theta$$

$$= L(1-\cos\theta) \qquad ...(2.8)$$

अथवा $$C_s = 2L\sin^2\frac{\theta}{2} \qquad ...(2.9)$$

2.47-3. खिंचाव (Pull) या तनन (Tension) संशोधन—C_p—फीते को जब मानक खिंचाव (Standard Pull) से खींचा जाता है, तब इसकी लम्बाई निर्दिष्ट होती है। यदि नापन के समय फीते को मानक खिंचाव से अधिक बल लगाकर खींचा जाता है, इसकी लम्बाई सत्य से कुछ बढ़ जाती है। यह ऋणात्मक (–ve) त्रुटि कहलाती है। अत: संशोधन धनात्मक (+ve) होगा। खिंचाव संशोधन निम्न लिया जाता है—

$$C_p = \left(\frac{P-P_o}{A \times E}\right)L \qquad ...(2.10)$$

यहाँ C_p = खिंचाव (तनन) संशोधन (मी० में)
P = मापन के समय लगाया गया (वास्तविक) बल (किग्रा० में)
P_o = मानक खिंचाव बल (किग्रा० में)
A = फीते का काट-क्षेत्रफल (सेमी^{2})
E = फीता-पदार्थ का प्रत्यास्थता मापांक (किग्रा/सेमी^{2})
L = नापी गयी दूरी (मी० में)।

2.47-4. झोल संशोधन—C_{sg}—जब फीते को जमीन पर न फैलाकर, आलम्बों (Supports) पर रखकर फैलाया जाता है, तब फीता स्वयं के भार के कारण, सीधा (Horizontal) न रहकर, झोल (Catenary) की शक्ल ले लेता है, जो एक परवलय (Parabola) मान लिया जाता है। इस दशा में मापी गयी दूरी सत्य लम्बाई से अधिक होती है। यह त्रुटि धनात्मक (+ve) होती है, जिसका संशोधन ऋणात्मक (–ve) होता है।

अत: झोल संशोधन, $$C_{sg} = \frac{W^2L}{24P^2} \qquad ...(2.11)$$

if W = wl unit weight
$C_g = \frac{w^2 l^3}{24P^2}$

यहाँ C_{sg} = झोल संशोधन (मी० में)
W = प्रति पाट में फीते का स्वयं का भार (किग्रा०)
L = मापी गयी लम्बाई (मी०)
P = मापन के समय खिंचाव (Pull) बल (किग्रा०)

2.47-5. ताप संशोधन—C_t—फीते (या जरीब) की सत्य लम्बाई एक निर्धारित (मानक) तापमान पर ही सही होती है। फीतों का अंशांकन (Calibration) भी इसी मानक तापमान पर किया जाता है। नापन-कार्य के समय यदि क्षेत्र का तापमान फीते के मानक तापमान से भिन्न होता है, तब फीते (जरीब) सत्य नाप नहीं दर्शाते हैं। यह सत्य से **कम** अथवा **अधिक** होता है, जिसके लिये ताप संशोधन लगाया जाता है।

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

ताप संशोधन, $C_t = L\propto(T_m - T_0)$ ...(2.1

यहाँ C_t = ताप संशोधन
L = नापी गयी दूरी
α = फीते का तापीय प्रसार गुणांक
T_m = कार्य के समय क्षेत्र का औसत तापमान
T_0 = फीते का मानकीकरण तापमान

यदि $T_m > T_0$, तब धनात्मक संशोधन और जब $T_m < T_0$, तब ऋणात्मक संशोधन ल होगा।

उदाहरण 2.7—एक 20 मी० इस्पातीय फीते का काट-क्षेत्रफल 0·085 cm² अ प्रत्यास्थता मापांक, $E = 2\cdot1\times10^6$ किग्रा०/सेमी² है। इसका मानक खिंचाव 10 किग्रा० है, परन्तु कार्य के समय वास्तविक खिंचाव-बल 15 किग्रा० लग है। फीते के लिये खिंचाव संशोधन ज्ञात कीजिए।

हल : खिंचाव (Pull) संशोधन,

$$C_p = \left(\frac{P - P_0}{A\times E}\right)L \quad ...(\text{सू}$$

उपरोक्त में—
P = वास्तविक खिंचाच बल = 15 किग्रा०
P_0 = मानक खिंचाव बल = 10 किग्रा०
A = फीते का काट-क्षेत्रफल = 0·085 cm²
E = प्रत्यास्थता गुणांक = $2\cdot1\times10^6$ kg/cm²
L = फीते की लम्बाई = 20 मी०

ज्ञात मान रखने पर—

$$C_p = \left(\frac{15 - 10}{0\cdot085\times2\cdot1\times10^6}\right)\times 20$$

= 0.00056 मी० (+*ve*)

उदाहरण 2.8. 30 मी० **इस्पातीय फीते को, जिसका भार 0·80 किग्रा० है, दो बिन्दुओं मध्य 15 किग्रा० का तनन बल लगाकर ताना गया है। फीते की सत्य लम्बाई ज्ञा कीजिए।**

हल : टाँगा हुआ फीता अपने भार के कारण झोल में आ जायेगा। झोल (sag) की लम्बाई मी० है। अत: झोल संशोधन,

$$C_{sg} = \frac{W^2L}{24P^2} \text{ (-ve)} \quad ...(\text{सू}$$

झोल के कारण लम्बाई में (+ve) त्रुटि होती है। इसका संशोधन (−ve) होगा।
उपरोक्त में—
W = फीते का भार = 0·80 किग्रा०

L = फीते की लम्बाई (मापी गयी लम्बाई) = 30 मी०
P = खिंचाव बल (Pull) = 15 किग्रा०

$$\therefore \quad C_{sg} = \frac{(0\cdot8)^2\times30}{24\times15\times15}$$
$$= 0\cdot0004 \text{ मी० (–ive)}$$

फीते की सत्य लम्बाई = 30 − 0·004
= 29·996 मी० **उत्तर**

उदाहरण 2.9 30 मी० फीते से दो बिन्दुओं के मध्य दूरी 600 मी० नापी गयी। तापन के समय क्षेत्र का औसत तापमान 35° C था, जबकि फीते का मानक तापमान 20° C है। फीते के पदार्थ का प्रति °C तापीय प्रसार गुणांक 35×10^{-7} है। बिन्दुओं के मध्य सत्य दूरी की गणना करे।

हल : ताप संशोधन, $C_t = L\propto(T_m - T_o)$ ...(सूत्र)
उपरोक्त में $L = 600$ मी०,
$\alpha = 35\times10^{-7}$
$T_m = 35°C, \quad T_0 = 20°C$

क्योंकि $T_m > T_0$, संशोधन (+ve) होगा।
ज्ञात मान रखने पर—

$$C_t = 600\times35\times10^{-7}(35° - 20°)$$
$$= \frac{600\times35\times15}{10^7}$$
$$= 0\cdot0315 \text{ (+ ve)}$$

अत: सत्य लम्बाई $= 600 + 0\cdot0315$
= 600·0315 मी० **उत्तर**

§ 2.48. दोषपूर्ण जरीब के कारण नाप में त्रुटि तथा उसका संशोधन

(Error Due to Use of Wrong Chain and its Correction) :

जिस जरीब से जमीन की पैमाइश की जाये, वह अपनी निर्दिष्ट (सत्य) लम्बाई की होनी चाहिये, अर्थात् यदि 20 मी० की जरीब कहलाती है तो वह वास्तव में 20 मी० ही लम्बी होनी चाहिये। परन्तु प्राय: ऐसा नहीं होता, क्योंकि जरीब को ऊबड़-खाबड़ भूमि पर घसीटने, झटके देने, पटकने इत्यादि से यह अपनी सत्य लम्बाई से बढ़ जाती है अथवा छोटी हो जाती है। लापरवाही से जरीब इस्तेमाल करने पर इसके छल्ले खुल जाते हैं अथवा दब जाते हैं और जरीब अपनी मानक लम्बाई खो देती है।

गलत जरीब से कभी भी शुद्ध नाप की आशा नहीं रखनी चाहिये। महत्वपूर्ण तथा बड़े कार्यों के लिये, प्रयोग करने से पूर्व तथा कार्य समाप्ति पर जरीब की जाँच कर लेनी चाहिये।

यदि जरीब में त्रुटि पायी जाती है, तो कार्य की सत्य जरीब से पुन: पैमाइश करनी चाहिये। यदि ऐसा सम्भव न हो, तो सही लम्बाई ज्ञात करने के लिये नापों में उचित संशोधन लगाना चाहिये।

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

जब जरीब की लम्बाई, उसकी निर्दिष्ट लम्बाई से अधिक है, तो नापी गयी दूरी सत्य दूरी से **कम** होगी और जब जरीब की लम्बाई कम है, तो नापी गयी दूरी वास्तविक दूरी से अधिक होगी। इस सम्बन्ध में निम्न **स्मरण उक्ति** नये सर्वेक्षकों के लिये लाभकारी होगी।

बढ़ी चेन कम नापती, घटी नापे ज्यादा
जरीब सर्वेक्षण के समय याद रखो यह वाक्य

ध्यान रहे बढ़ी जरीब के लिये (+ve) संशोधन और घटी जरीब के लिये (–ve) संशोधन लगाया जाता है।

2.48-1. त्रुटि का संशोधन :

(a) लम्बाई में संशोधन–

मान लो, L = जरीब/फीते की मानक लम्बाई (Standard Length)

L_1 = जरीब/फीते की त्रुटिपूर्ण लम्बाई (Defective Length)

D = रेखा की शुद्ध दूरी (Actual Distance)

D_1 = रेखा की त्रुटिपूर्ण दूरी (Defective Distance)

अत: जरीब की मानक लम्बाई × रेखा की शुद्ध दूरी

= जरीब की त्रुटिपूर्ण लम्बाई × रेखा की त्रुटिपूर्ण दूरी

अर्थात् $\boxed{L \times D = L_1 \times D_1}$ अथवा $\frac{L}{L_1} = \frac{D_1}{D}$ ...(2.1

(b) क्षेत्रफल में संशोधन–

मान लो, A = क्षेत्र का शुद्ध क्षेत्रफल (Actual Area)

A_1 = क्षेत्र की त्रुटिपूर्ण क्षेत्रफल (Defective Area)

अत: (जरीब की मानक लम्बाई) × शुद्ध क्षेत्रफल

= (जरीब की त्रुटिपूर्ण लम्बाई)^2 × त्रुटिपूर्ण क्षेत्रफल

अर्थात् $$(L^2) \times A = (L_1)^2 \times A_1$$

अथवा $$\left(\frac{L}{L_1}\right)^2 = \frac{A_1}{A}$$ ...(2.1

संख्यात्मक उदाहरण

उदाहरण 2.10 : 30 मी० लम्बी जरीब से एक रेखा की लम्बाई 315 मी० नापी गयी है। यदि जरीब शुरू से ही 15 सेमी० लम्बी रही हो, तो रेखा की सही लम्बाई ज्ञात कीजिये। *(B.T.E.)*

हल : हम जानते हैं कि—

शुद्ध जरीब × शुद्ध दूरी = अशुद्ध जरीब × अशुद्ध दूरी

अर्थात् $$L \times D = L_1 \times D_1$$ ...(सूत्र

जहाँ, जरीब की शुद्ध लम्बाई, $L = 30\,m$

जरीब की अशुद्ध लम्बाई, $L_1 = 30 + 0{\cdot}15$

$= 30{\cdot}15\,m$

रेखा की अशुद्ध दूरी $D_1 = 315\,m$

उपरोक्त सूत्र में ज्ञात मान रखने पर,

$$30 \times D = 30{\cdot}15 \times 315$$

$$\therefore \quad D = \frac{30{\cdot}15 \times 315}{30}$$

सही लम्बाई $= \mathbf{316{\cdot}575\,m}$ **उत्तर**

उदाहरण 2.11 : दो बिन्दुओं *A* तथा *B* के मध्य की दूरी 176·50 मी० ज्ञात है। 30 मी० की जरीब से नापे जाने पर यह दूरी 176·58 मी० पायी गयी। जरीब की वास्तविक लम्बाई ज्ञात कीजिये। *(B.T.E.)*

हल : हम जानते हैं कि—

शुद्ध जरीब × शुद्ध दूरी = अशुद्ध जरीब × अशुद्ध दूरी

अर्थात्, $$L \times D = L_1 \times D_1$$

अत: $$30 \times 176{\cdot}50 = L_1 \times 176{\cdot}58$$

$$\therefore \quad L_1 = \frac{30 \times 176{\cdot}50}{176{\cdot}58}$$

$= \mathbf{29{\cdot}986\,m}$ **उत्तर**

जाँच | बढ़ी चेन कम नापती, घटी नापें ज्यादा |

क्योंकि नापी गयी दूरी, वास्तविक से अधिक है, अत: जरीब की लम्बाई निर्दिष्ट से कम है। उत्तर सही है।

उदाहरण 2.12 : एक सड़क जिसकी सही लम्बाई 2620 मी० है, जब 30 मी० की दोषपूर्ण जरीब से नापी गयी, तो 2612 मी० पायी गयी। जरीब की त्रुटि ज्ञात कीजिये।

हल : जरीब मापन में—

$$L \times D = L_1 \times D_1$$

जहाँ, L = जरीब की शुद्ध लम्बाई $= 30\,m$

D = रेखा की शुद्ध दूरी $= 2620\,m$

L_1 = जरीब की अशुद्ध लम्बाई = ?

D_1 = रेखा की शुद्ध दूरी $= 2612\,m$

ज्ञात मान रखने पर—

$$30 \times 2620 = L_1 \times 2612$$

$$\therefore \quad L_1 = \frac{30 \times 2620}{2612} = 30{\cdot}092\,m$$

जरीब की लम्बाई $= 30{\cdot}092\,m$

जरीब में त्रुटि $= 30{\cdot}092 - 30{\cdot}00 = \mathbf{0{\cdot}092m}$ **उत्तर**

उदाहरण 2.13 : 20 मी० की जरीब से नापने पर एक रेखा 376·40 मी० पायी गयी। जाँच करने पर जरीब 0·20 कड़ी (Link) अधिक लम्बी निकली। रेखा की शुद्ध लम्बाई क्या है, बताइये। *(B.T.E.)*

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

हल : जरीब की शुद्ध लम्बाई = 20 m

रेखा की नापी गयी दूरी = 376·40 m

जरीब की अशुद्ध लम्बाई = 100 + 0·20

= 100·20 कड़ी

अथवा 100·20 × 0·20 = 20·04 m (∵ एक कड़ी = 0·20 m)

अब $L \times D = L_1 \times D_1$ ... (सूत्र)

ज्ञात मान रखने पर— $20 \times D = 20·04 \times 376·40$

∴ $D = \frac{20·04 \times 376·40}{20}$

= 377·15 m उत्तर

उदाहरण 2.14 : एक रेखा को 20 मी० लम्बी जरीब से, जो एक कड़ी (Link) छोटी है, नापा गया है। यदि नापी गई लम्बाई 1000 मी० हो, तो रेखा की सही लम्बाई ज्ञात कीजिये। *(B.T.E.)*

हल : जरीब मापन में—

$L \times D = L_1 \times D_1$

जहाँ, L = जरीब की शुद्ध लम्बाई = 20 m

D = रेखा की शुद्ध दूरी ?

L_1 = जरीब की अशुद्ध लम्बाई

= 20·0 − 0·20 = 19·80 m (∵ एक कड़ी = 20 cm)

D_1 = रेखा की अशुद्ध दूरी = 1000 m

अत: $20 \times D = 19·80 \times 1000$

∴ $D = \frac{19·80 \times 1000}{20}$

= 990 m उत्तर

उदाहरण 2.15 : एक 20 मी० जरीब कार्य प्रारम्भ करते समय सही लम्बाई की थी। इससे 220 जरीब और 75 कड़ी की दूरी नापी गयी। कार्य के समापन पर जरीब 10 सेमी० अधिक लम्बी पाई गयी। रेखा की सही लम्बाई ज्ञात करें। *(B.T.E.)*

हल : जरीब की सही लम्बाई = 20 m

जरीब द्वारा नापी गई दूरी = 220 जरीब 75 कड़ी

क्योंकि 20 मी० जरीब में 100 कड़ी होती हैं और एक कड़ी 0·20 मी० लम्बी होती है,

अत: दूरी मीटर में $(220 \times 20) + (75 \times 0·20) = 4415$ m

जरीब कार्य के प्रारम्भ में सही थी, कार्य के बाद 10 cm बढ़ गयी,

अत: औसत त्रुटि = $\frac{0+10}{2}$ = 5 cm

अत: त्रुटिपूर्ण जरीब की (औसत) लम्बाई, L_1 = 20·05 m

जरीब मापन में, $L \times D = L_1 \times D_1$

अर्थात्, शुद्ध जरीब × शुद्ध दूरी = अशुद्ध जरीब × अशुद्ध दूरी

ज्ञात मान रखने पर,

$20 \times D = 20·05 \times 4415$

∴ $D = \frac{25·05 \times 4415}{20}$

= 4426·038 m उत्तर

उदाहरण 2.16 : 30 मीटरी जरीब से 2000 मीटर की दूरी नापने के पश्चात् जरीब की लम्बाई 3 सेमी० बढ़ जाती है। 5000 मीटर की कुल दूरी नापने के उपरान्त इसी जरीब की लम्बाई 8 सेमी० बढ़ जाती है। यह मानते हुये कि जरीब की लम्बाई प्रारम्भ में सही थी, नापी गयी कुल दूरी का शुद्ध मान ज्ञात कीजिये। *(B.T.E.)*

हल : (i) प्रथम चरण में नापी गयी दूरी = 2000 मी०

नाप के बाद जरीब की लम्बाई 3 सेमी० बढ़ गयी, जो कार्य प्रारम्भ करने से पहले सही 30 मी० थी।

अत: जरीब की लम्बाई में औसत बढ़ौतरी = $\frac{30 + 30·03}{2}$

= 30·015 मी०

हम जानते हैं, $L \times D = L_1 \times D_1$

जहाँ, L = जरीब की शुद्ध (मानक) लम्बाई = 30 मी०

D = रेखा की शुद्ध दूरी = ?

L_1 = जरीब की अशुद्ध लम्बाई = 30·015 मी०

D_1 = रेखा की अशुद्ध दूरी = 2000 मी०

∴ $D = \frac{L_1 \times D_1}{L} = \frac{30·015 \times 2000}{30}$ = 2001 मी० ...(i)

(ii) दूसरे चरण में नापी गयी दूरी = 5000 − 2000 = 3000 मी०

दूसरे चरण के लिये कार्य शुरू करते समय जरीब की लम्बाई 30·03 मी० थी। कार्य की समाप्ति पर जरीब 8 सेमी० अधिक लम्बी थी अर्थात् लम्बाई 30·08 मी० हो गयी।

अत: जरीब की कार्य के दूसरे चरण में औसत लम्बाई = $\frac{30·03 + 30·08}{2}$

= 30·055 मी०

पुन: $L \times D = L_1 \times D_2$

ज्ञात मान रखने पर,

$30 \times D = 30·055 \times 3000$

∴ $D = \frac{30·055 \times 3000}{30}$ = 3005·5 मी० ...(ii)

अत: रेखा की कुल शुद्ध दूरी = 2001 + 30055

= 5006.5 मी० उत्तर

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

उदाहरण 2.17 : एक सर्वेक्षण रेखा 20 मी० की जरीब से नापने पर 1200 मी० लम्बी पायी गयी, परन्तु जब 30 मी० की जरीब से पुनः नापी गयी तो 1220 मी० लम्बी निकली। यदि 20 मी० वाली जरीब एक सेमी० अधिक हो तो 30 मी० जरीब की शुद्ध लम्बाई ज्ञात कीजिये। (B.T.E.)

हल : हम जानते हैं—

शुद्ध जरीब × शुद्ध दूरी = अशुद्ध जरीब × अशुद्ध दूरी

अर्थात् $L \times D = L_1 \times D_1$

ज्ञात मान रखने पर,

$$20 \times D = 20{\cdot}01 \times 1200$$

$$D = \frac{20{\cdot}01 \times 1200}{20} = 1200{\cdot}60 \text{ m}$$

अतः रेखा की शुद्ध दूरी $= 1200{\cdot}60$ m

पुनः 30 मी० की जरीब से नापने पर,

$$L \times D = L_1 \times D_1$$

$$30 \times 1200{\cdot}60 = L_1 \times 1220$$

$$\therefore \quad L_1 = \frac{30 \times 1200{\cdot}60}{1220}$$

$$= \mathbf{29{\cdot}523 \text{ m}}$$ उत्तर

उदाहरण 2.18 : एक सर्वेक्षण रेखा को 30 मीटरी तथा 100 फुटी जरीब से बारी-बारी नापा गया जो प्रत्यक्ष पैमाइश पर 12 जरीब पायी गयी। यदि 30 मीटरी जरीब 0·20 मी० अधिक बड़ी रही हो तो 100 फुटी जरीब की शुद्ध लम्बाई ज्ञात करें। एक मीटर = 3·28 फुट लें। (A.M.I.E.)

हल : शुद्ध जरीब × शुद्ध दूरी = अशुद्ध जरीब × अशुद्ध दूरी

अर्थात् $L \times D = L_1 \times D_1$

30 मीटरी जरीब के नापने पर, $30 \times D = 30{\cdot}20 \times (12 \times 30)$

$$\therefore \quad D = \frac{30{\cdot}20 \times 360}{30} = 362{\cdot}40 \text{ मी०}$$

अथवा $362{\cdot}40 \times 3{\cdot}28 = 1189$ फुट

पुनः 100 फुटी जरीब से नापने पर—

$$L \times D = L_1 \times D_1$$

ज्ञात मान रखने पर, $100 \times 1189 = L_1 \times 1200$

$$\therefore \quad L_1 = \frac{100 \times 1189}{1200} = \mathbf{99{\cdot}083 \text{ फुट}}$$ उत्तर

उदाहरण 2.19 : दो बिन्दुओं से मध्य गन्टर जरीब से दूरी नापी गयी, जो 7500 कड़ी थी। यही दूरी जब 20 मी० वाली जरीब से नापी गयी तो 1502·60 मी० निकली। यदि गन्टर जरीब 0·25 कड़ी छोटी हो, तो मीटरी जरीब में यदि कोई त्रुटि है, ज्ञात कीजिये। एक फुट = 0·305 मी० लें।

हल : गन्टर जरीब से दूरी = 7500 कड़ी

गन्टर जरीब की मानक लम्बाई = 100 कड़ी (66 फुट)

गन्टर जरीब की अशुद्ध लम्बाई = 100 − 0·25

= 99·75 कड़ी

हम जानते हैं, $L \times D = L_1 \times D_1$

अर्थात्, शुद्ध जरीब × शुद्ध दूरी = अशुद्ध जरीब × अशुद्ध दूरी

$$100 \times \text{शुद्ध दूरी} = 99{\cdot}75 \times 7500$$

$$\therefore \quad \text{अशुद्ध दूरी} = \frac{99{\cdot}75 \times 7500}{100}$$

$$= 7481{\cdot}25 \text{ कड़ी}$$

अथवा $= 7481{\cdot}25 \times 0{\cdot}66$ फुट

$= 7481{\cdot}25 \times 0{\cdot}66 \times 0{\cdot}305$ मी०

$= 1505{\cdot}98$ मी०

मीटरी जरीब से नापने पर,

$$L \times D = L_1 \times D_1$$

$$20 \times 1505{\cdot}98 = L_1 \times 1502{\cdot}60$$

$$\therefore \quad L_1 = \frac{20 \times 1505{\cdot}98}{1502{\cdot}60}$$

$$= 20{\cdot}045 \text{ मी०}$$

अतः त्रुटि $= 20{\cdot}045 - 20{\cdot}0$

$= 0{\cdot}045$ मी०

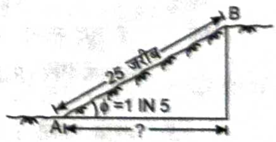
अतः मीटरी जरीब 4·5 सेमी० बढ़ी थी। उत्तर

उदाहरण 2.20 : ढालू जमीन पर एक रेखा 20 मीटरी जरीब से नापने पर 25 जरीब लम्बी पायी गयी। जमीन की ढाल 1 IN 5 ज्ञात की गयी और जरीब की जाँच करने पर यह 10 सेमी० छोटी निकली। रेखा की शुद्ध क्षैतिज दूरी क्या है? ज्ञात कीजिये।

हल : रेखा की ढालू लम्बाई

$= 25 \times 20 = 500$ मी०

जमीन की ढाल, 5 क्षैतिज दूरी में एक ऊर्ध्वाधर ऊँचाई है।



चित्र 2.78

अतः $\tan \phi = \frac{1}{5} = 11° 18'$

जरीब की गलत लम्बाई,

$L_1 = 20{\cdot}0 - 0{\cdot}10$

$= 19{\cdot}90$ मी०

जरीब की निर्दिष्ट (मानक) लम्बाई, $L = 20$ मी०

अतः शुद्ध जरीब × शुद्ध दूरी = अशुद्ध जरीब × अशुद्ध दूरी

$$\therefore \quad L \times D = L_1 \times D_1 \quad \text{...(सूत्र)}$$

$$20 \times D = 19{\cdot}90 \times 500$$

WWW.CIVILGURU.NET

This is the subtitle of PDF, Use long text here.

$$\therefore \quad D = \frac{19.90 \times 500}{20}$$

$$= 497.5 \text{ मी०}$$

रेखा की सही क्षैतिज लम्बाई $= 497.5 \times \cos 11°18'$

$$= 497.5 \times 0.9806$$

$$= \mathbf{497.85} \textbf{ मी०}$$ उत्तर

उदाहरण 2.21 : जमीन की ढाल 4° नीचे की तरफ है। 10 सेमी० छोटी 20 मीटरी जरीब से नापी गयी दूरी 121 मी० है। क्षैतिज दूरी ज्ञात कीजिये। *(B.T.E.)*

हल : जरीब की निर्दिष्ट लम्बाई, $L = 20$ मी०

जरीब की अशुद्ध लम्बाई, $L_1 = 20 - 0.10$

$$= 19.90 \text{ मी०}$$

अशुद्ध जरीब से नापी गयी दूरी, $D_1 = 121$ मी०

अत: शुद्ध जरीब × शुद्ध दूरी = अशुद्ध जरीब × अशुद्ध दूरी

$$L \times D = L_1 \times D_1$$

$$20 \times D = 19.90 \times 121$$

$$\therefore \quad D = \frac{19.90 \times 121}{20} = 120.395 \text{ मी०}$$

जमीन की ढाल 4° नीचे को है। रेखा की सही क्षैतिज लम्बाई

$$= 120.395 \times \cos 4°$$

$$= 120.395 \times 0.9976$$

$$= \mathbf{120.11} \textbf{ मी०}$$ उत्तर

उदाहरण 2.22 : एक सर्वेक्षक ने 1 cm = 12 m की मापनी से एक नक्शे पर एक रेखा की लम्बाई 600 मी० पढ़ी। बाद में उसे ज्ञात हुआ कि नक्शा 1 cm = 8 m की मापनी से बना था। रेखा की सत्य लम्बाई ज्ञात करें।

हल : शुद्ध मापनी × शुद्ध दूरी = अशुद्ध मापनी × अशुद्ध दूरी

अर्थात्, $S \times D = S_1 \times D_1$ ... (सूत्र)

जहाँ S, शुद्ध मापनी, 1 cm = 8 m अथवा

निरूपक भिन्न (R.F.) $= \dfrac{1}{8 \times 100} = \dfrac{1}{800}$

S_1, अशुद्ध मापनी, 1 cm = 12 m अथवा

निरूपक भिन्न (R.F.) $= \dfrac{1}{12 \times 100} = \dfrac{1}{1200}$

D_1, अशुद्ध दूरी = 600 m

अत: $\dfrac{1}{800} \times D = \dfrac{1}{1200} \times 600$

$$\therefore \quad D = \frac{1}{1200} \times \frac{800}{1} \times 600$$

$$= \mathbf{400\ m}$$ उत्तर

उदाहरण 2.23 : एक क्षेत्र का क्षेत्रफल 30 हेक्टर नापा गया है। यदि नापने वाली 30 मी० की जरीब आधी कड़ी (Link) अधिक लम्बी हो तो क्षेत्र का शुद्ध क्षेत्रफल ज्ञात कीजिये। (30 मी० जरीब में 150 कड़िया लें तथा 1 हेक्टर = 10000 वर्ग मी०) *(B.T.E.)*

हल : जरीब की शुद्ध लम्बाई = 30 m अथवा 150 कड़ी

जरीब की अशुद्ध लम्बाई = 150·50

अथवा $150.5 \times 0.20 = 30.10$ m (∵ एक कड़ी = 20 सेमी०)

क्षेत्र का मापा गया क्षेत्रफल = 30 हेक्टर

अत: (शुद्ध जरीब)^2 × शुद्ध क्षेत्रफल = (अशुद्ध जरीब)^2 × अशुद्ध क्षेत्रफल

$$(L)^2 \times A = (L_1)^2 \times A_1$$

ज्ञात मान रखने पर,

$$(30)^2 \times A = (30.10)^2 \times 30$$

$$\therefore \quad A = \frac{(30.10)^2 \times 30}{(30)^2}$$

$$= \mathbf{30.20} \textbf{ हेक्टर}$$ उत्तर

उदाहरण 2.24 : एक आयताकार क्षेत्र 30 मीटरी जरीब से नापा गया और लम्बाई 3000 मी० तथा चौड़ाई 2500 मी० पायी गयी। कार्य प्रारम्भ करने से पहले जरीब की मानक फीते से जाँच की गयी थी और वह 5 सेमी० छोटी थी। कार्य समाप्ति पर जरीब की पुन: जाँच की गयी तो यह 3 सेमी० बड़ी निकली। क्षेत्र का वास्तविक क्षेत्रफल ज्ञात कीजिये। *(A.M.I.E.)*

हल : क्षेत्र का क्षेत्रफल $= 3000 \times 2500$

$$= 75 \times 10^5 \text{ m}^2$$

जरीब की कार्य आरम्भ करने से पूर्व शुद्ध लम्बाई $= 30.00 - 0.05$

$$= 29.95 \text{ m}$$

जरीब की कार्य समाप्ति पर शुद्ध लम्बाई $= 30.00 + 0.03$

$$= 3.03 \text{ m}$$

जरीब की औसत लम्बाई $= \dfrac{29.95 + 30.03}{2} = 29.99$ m

अत: $(L)^2 \times A = (L_1)^2 \times A_1$

ज्ञात मान रखने पर, $(30)^2 \times A = (29.99)^2 \times 75 \times 10^5$

$$\therefore \quad A = \left(\frac{29.99}{30}\right)^2 \times 75 \times 10^5$$

$$= \mathbf{74.95 \times 10^5} \textbf{ वर्ग मी०}$$ उत्तर

उदाहरण 2.25 : सर्वेक्षण कार्य आरम्भ करने से पहले जरीब की लम्बाई ठीक 20 मी० थी। सर्वेक्षण के अन्त पर जरीब की जाँच की गयी तो यह एक कड़ी (Link) अधिक पायी गयी। 1 cm = 40 m के पैमाने पर उस जमीन का क्षेत्रफल 50 cm² पाया गया। जमीन का वास्तविक क्षेत्रफल ज्ञात करें। *(B.T.E.)*

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

हल : नक्शे पर जमीन का क्षेत्रफल $= 50\,cm^2$

नक्शे की मापनी $1\,cm = 40\,m$

अतः नक्शे के अनुसार जमीन का क्षेत्रफल $= 50 \times (40)^2$

$= 50 \times 1600\,m^2$

$= 80000\,m^2$

$= 8$ हेक्टर ($\because 10^4$ वर्ग मी० $= 1$ हेक्टर)

जरीब की सर्वेक्षण कार्य से पूर्व लम्बाई = 20 मी० या 100 कड़ी

कार्य समाप्ति पर जरीब की लम्बाई $= 100 + 1 = 101$ कड़ी

$= 101 \times 0\cdot20 = 20\cdot20$ मी०

क्योंकि जरीब कार्य के प्रारम्भ में शुद्ध थी, अतः कार्य के लिये औसत बढ़ोत्तरी ली जायेगी।

$\therefore$ जरीब की औसत बढ़ोत्तरी $= \dfrac{20 + 20\cdot20}{2} = 20\cdot10\,m$

हम जानते हैं— $(L)^2 \times A = (L_1)^2 \times A_1$

यहाँ, $L = 20\,m$, $L_1 = 20\cdot10\,m$, $A = ?$, $A_1 = 8$ हेक्टर

$\therefore$ $(20)^2 \times A = (20\cdot10)^2 \times 8$

$\therefore$ $A = \dfrac{(20\cdot10)^2 \times 8}{(20)^2} = 8\cdot0802$

अतः वास्तविक क्षेत्रफल **= 8·0802 हेक्टर** उत्तर

उदाहरण 2.26 किसी क्षेत्र का वास्तविक क्षेत्रफल ज्ञात कीजिए, यदि प्रयुक्त की गयी 20 मी० जरीब सर्वेक्षण कार्य के शुरू में 9 सेमी० अधिक लम्बी तथा कार्य के अन्त में 27 सेमी० अधिक लम्बी पायी गयी हो। 1 सेमी० = 9 मी० पर बनाये गये नक्शे का क्षेत्रफल 36 वर्ग सेमी० पाया गया है। *(B.T.E.)*

हल : नक्शे पर क्षेत्रफल $= 36\,cm^2$

नक्शे की मापनी, $1\,cm = 9\,m$

अतः नक्शे के अनुसार क्षेत्र का क्षेत्रफल $= 36 \times (9)^2$

$= 2916\,m^2$

जरीब की सर्वेक्षण कार्य शुरू करने से पूर्व लम्बाई $= 20\cdot0 + 0\cdot09 = 20\cdot09\,m$

कार्य समाप्ति पर जरीब की लम्बाई $= 20\cdot0 + 0\cdot27 = 20\cdot27\,m$

$\therefore$ जरीब की औसत बढ़ोत्तरी $= \dfrac{20\cdot09 + 20\cdot27}{2} = 20\cdot18\,m$

हम जानते हैं— $(L)^2 \times A = (L_1)^2 \times A_1$ ...(सूत्र)

यहाँ $L = 20\,m$, $L_1 = 20\cdot18\,m$, $A_1 = 2916\,m^2$

$\therefore$ $(20)^2 \times A = (20\cdot18)^2 \times 2916$

$\therefore$ $A = \left(\dfrac{20\cdot18}{20\cdot0}\right)^2 \times 2916$

$= \mathbf{2968\,m^2}$ उत्तर

उदाहरण 2.27 : एक पुराना नक्शा जो 1 cm = 100 m के पैमाने पर खींचा गया है, सिकुड़ गया है, जिससे 10 cm लम्बी रेखा की लम्बाई सिकुड़ कर 9·6 cm रह गयी है। उस क्षेत्र का सर्वेक्षण 20 m वाली जरीब से किया गया था, जो 10 cm छोटी थी। यदि उस नक्शे का क्षेत्रफल अब मापने पर 71 वर्ग सेमी० निकले तो क्षेत्र के वास्तविक क्षेत्रफल की गणना कीजिये। *(B.T.E.)*

हल : (i) क्षेत्र का वर्तमान क्षेत्रफल (नक्शे पर) $= 71\,cm^2$

नक्शे के आलेखन के समय 10 cm लम्बी रेखा अब सिकुड़ कर 9·60 cm रह गयी है,

अतः आलेखन के समय क्षेत्रफल (नक्शे पर)—

$= \dfrac{71 \times (10)^2}{(9\cdot6)^2}$

$= 77\cdot04\,cm^2$

(ii) नक्शे की मापनी, $1\,cm = 100\,m$

अथवा $1\,cm^2 = 100 \times 100\,m^2$

अतः नक्शे के अनुसार क्षेत्रफल $= 77\cdot04 \times 10^4$

$= 770400\,m^2$

(iii) जरीब की शुद्ध लम्बाई = 20 मी०

जरीब की अशुद्ध लम्बाई $= 20 - 0\cdot10 = 19\cdot90$ मी०

हम जानते हैं $(L)^2 \times A = (L_1)^2 \times A_1$

ज्ञात मान रखने पर, क्षेत्र का वास्तविक क्षेत्रफल,

$(20)^2 \times A = (19\cdot90)^2 \times 770400$

$\therefore$ $A = \dfrac{(19\cdot90)^2 \times 770400}{(20)^2}$

= 762716 वर्ग मी० उत्तर

उदाहरण 2.28 : एक क्षेत्र का पुराना नक्शा जो 1 cm = 5 cm के पैमाने पर बना हुआ है, कई कारणों से अब सिकुड़ गया है और उस समय की आलेखित 10 cm लम्बी रेखा अब 9·5 cm रह गयी है। नक्शे पर एक टिप्पणी भी दी गयी है कि क्षेत्र के सर्वेक्षण में जो 20 मीटरी जरीब प्रयोग की गयी थी, वह वास्तव में 5 सेमी० बड़ी थी। इस समय प्लानीमीटर (क्षेत्रफल मापी उपकरण) से नक्शे का क्षेत्रफल 100 वर्ग सेमी० पाया गया है। क्षेत्र का सही क्षेत्रफल ज्ञात कीजिये।

हल : (i) प्लानीमीटर द्वारा अब मापा गया क्षेत्रफल $= 100\,cm^2$

अतः नक्शे का आलेखन के समय क्षेत्रफल, जबकि 10 cm लम्बी रेखा अब सिकुड़ कर 9·5 cm हो गयी है।

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

$$\frac{100 \times (10)^2}{(9 \cdot 5)^2} = 110 \cdot 8\,\text{cm}^2$$

(ii) नक्शे की मापनी, $1\,\text{cm} = 5\,\text{m}$

अथवा $1\,\text{cm}^2 = 25\,\text{m}^2$

अतः नक्शे के अनुसार क्षेत्र का क्षेत्रफल $= 110 \cdot 8 \times 25$

$= 2770\,\text{m}^2$

(iii) जरीब की सत्य लम्बाई $= 20\,\text{m}$

जरीब की असत्य लम्बाई $= 20 + 0 \cdot 05$

$= 20 \cdot 05\,\text{m}$

हम जानते हैं $(L)^2 \times A = (L_1)^2 \times A_1$ ...(सू

ज्ञात मान रखने पर, क्षेत्र का वास्तविक क्षेत्रफल,

$$(20)^2 \times A = (20 \cdot 05)^2 \times 2770$$

$$\therefore \quad A = \frac{2770 \times (20 \cdot 05)^2}{(20)^2}$$

$$= \mathbf{2783 \cdot 85\ m^2}$$

§ 2.49. जरीब मापन में परिशुद्धता की सीमा (Degree of Accuracy in Chaining) :

जरीब सर्वेक्षण कम समय लेने वाला, साधारण उपकरणों द्वारा सम्पन्न किये जाने वा तथा अल्प व्ययी होने के कारण एक सामान्य सर्वेक्षण के अन्तर्गत आता है। इसलिये इस सर्वेक्ष में अधिक परिशुद्धता पर बल नहीं दिया जाता है। फिर भी परिशुद्ध मापों के लिये निम्न साम सीमा ली जाती है—

(i)	असम धरती तथा साधारण पर्वतीय क्षेत्र में जरीब मापन	250 में।
(ii)	सामान्य कार्य के जरीब मापन	1000 में।
(iii)	जाँची गयी जरीब/इस्पाती फीतें द्वारा मापन	2000 में।
(iv)	इन्वार फीता द्वारा मापन	5000 में।

§ 2.50. गुनिया-यन्त्र सर्वेक्षण (Cross-Staff Survey) :

(1) उपयुक्तता—जब किसी क्षेत्र की सीमायें (Boundaries) सीधी रेखाओं वाली ह गुनिया-यन्त्र सर्वेक्षण सन्तोषजनक रहता है। क्षेत्र की सीमाओं के निर्धारण के लिये तथा इस क्षेत्रफल ज्ञात करने के लिये भी गुनिया यन्त्र सर्वेक्षण किया जाता है। यह जरीब सर्वेक्षण ही क सरल रूप हैं, क्योंकि इस सर्वेक्षण में क्षेत्र में स्थित आकृतियों तथा अन्य विवरण को छोड़ दि जाता है। गुनिया यन्त्र सर्वेक्षण में जहाँ भी क्षेत्र की सीमा अकस्मात मोड़ लेती या दिशा बदलती उस बिन्दु पर खसका डालकर जरीब रेखा से इसकी स्थिति ज्ञात कर ली जाती है अर्थात् खसके की लम्बाई तथा जरीब दूरी नोट कर ली जाती है। सभी खसके जरीब रेखा पर लम्ब होते हैं। ऐस करके क्षेत्र को उपर्युक्त संख्या की त्रिभुजें और समलम्ब चतुर्भुजों में बाँट लिया जाता है। अब इ ज्यामितीय आकृतियों का क्षेत्रफल बड़ी आसानी से ज्ञात किया जा सकता है।

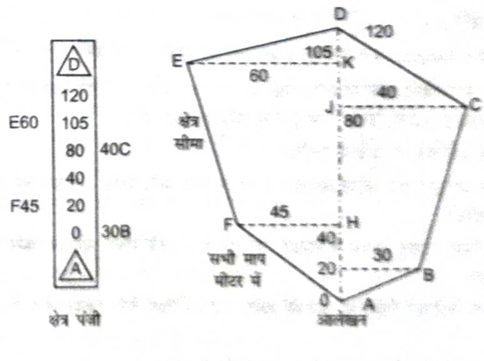
गुनिया यन्त्र सर्वेक्षण में जरीब, फीता, सुये, आरेखन दण्ड, साहुल व गुनिया उपकरणों की आवश्यकता पड़ती है। गुनिया यन्त्र से क्षेत्र की सीमा से जरीब रेखा पर लम्ब डाले जाते हैं और जरीब या फीते से इनकी दूरी नाप ली जाती है। सामान्यतः इस सर्वेक्षण में दो जरीबें इस्तेमाल की जाती हैं, एक जरीब रेखा पर सीधी दूरी नापने के लिये और दूसरी खसकों की पैमाइश के लिये। परिशुद्ध कार्य के लिये प्रकाशीय गुनिया इस्तेमाल किया जाता है।

(2) प्रक्रिया– गुनिया यन्त्र सर्वेक्षण में सर्वप्रथम क्षेत्र के बीचों-बीच लम्बी दिशा में एक जरीब रेखा डाली जाती है और इससे क्षेत्र के दोनों ओर की सीमाओं तक, उचित अन्तराल के खसके डाले जाते हैं और उनकी लम्बाई नाप ली जाती है। दोनों ओर के खसके (दायें तथा बायें) को उसी क्रम में **क्षेत्र-पंजी** में दर्ज किया जाता है, जिस क्रमण दूरी पर वह जरीब रेखा पर डाले गये हैं। इस प्रकार पूरा क्षेत्र अनेक समकोणक त्रिभुजों व समलम्ब चतुर्भुजों में विभाजित हो जाता है। जरीब को आगे बढ़ाने से पहले कार्य की पुनः जाँच कर लेनी चाहिये ताकि कोई आवश्यक खसका छूट न जाये। क्षेत्र की सीमा जहाँ तीखा मोड़ लेती है, कोना बनाती है अथवा भीतर/बाहर अधिक घुस रही है, वहाँ पर खसके पास-पास लेने चाहियें।

कार्य की जाँच के लिये क्षेत्र की सीमा के साथ जरीब फैला कर इसकी लम्बाई भी नाप ली जाती है। जहाँ कहीं सीमायें जरीब रेखा को काटती हैं, वहाँ जरीब दूरी ध्यानपूर्वक नोट कर लेनी चाहिये।

क्षेत्र कार्य की समाप्ति पर, गुनिया यन्त्र सर्वेक्षण को ड्राइंग शीट पर आरेखित कर लिया जाता है। अब क्षेत्र की जो आकृति शीट पर बनती है, उसे उपयुक्त समकोण त्रिभुजों व समलम्ब चतुर्भुजों में बाँट लिया जाता है और प्रत्येक का क्षेत्रफल ज्ञात कर, सबका योग कर लिया जाता है, जो उस क्षेत्र का क्षेत्रफल होगा।

गुनिया यन्त्र सर्वेक्षण की **क्षेत्र-पंजी** में प्रविष्टि तथा आरेख चित्र 2.79 में दिये गये हैं। क्षेत्रफल ज्ञात करने की विधि व सूत्र के लिये अध्याय 6 देखें।



चित्र 2.79–गुनिया-यन्त्र सर्वेक्षण (Cross-Staff Survey)

WWW.CIVILGURU.NET

This is the subtitle of PDF, Use long text here.

प्रश्नावली–2

1. जरीब सर्वेक्षण किन स्थितियों में उपर्युक्त है, स्पष्ट करें। (B.T.E
2. धरती नापन में प्रयुक्त होने वाली विभिन्न जरीबों के नाम दें, तथा उनके विशेष उपयोग लिखें। (B.T.E
3. 30 मीटरी जरीब में कितनी कड़ियाँ होती हैं और प्रत्येक कड़ी की लम्बाई क्या रहती है, लिखिये?
4. जरीब की जाँच क्यों आवश्यक है ? यह जाँच कैसे की जाती है, स्पष्ट उत्तर दें। (B.T.E
5. ज़रीब की लम्बाई में आयी त्रुटि को कैसे ठीक किया जाता है? लिखिये। (B.T.E
6. जरीब लम्बाई की छूट-सीमा लिखिये—
   (i) जब जरीब 20 मी० की है।
   (ii) जब जरीब 30 मी० लम्बी है।
7. (i) एक जरीब जाँच करने पर अपनी निर्दिष्ट लम्बाई से अधिक पाई गयी। आप इसे किस प्रका समंजित करेंगे, लिखिये।
   (ii) एक 20 मी० जरीब जाँच करने पर 10 सेमी० छोटी पायी गयी। इसका समंजन कैसे किय जायेगा, लिखिये।
8. इन्जीनियरी तथा मीटरी जरीबों में अन्तर स्पष्ट कीजिये। (B.T.E
9. (i) जरीब सर्वेक्षण के लिये इस्तेमाल होने वाले विभिन्न फीतों के नाम दें तथा उनकी विशेष लिखें। (B.T.E
   (ii) इस्पाती फीता तथा मेटेलिक फीता में अन्तर स्पष्ट कीजिये। (B.T.E
10. (i) खसका दण्ड तथा आरेखन दण्ड में मुख्य अन्तर लिखें। (B.T.E
    (ii) जरीब सर्वेक्षण में साहुल किस काम आता है? लिखिये। (B.T.E
11. संक्षिप्त टिप्पणी लिखें—
    (i) मीटरी जरीब, (ii) गन्टर जरीब, (iii) इन्वार फीता,
    (iv) सुआ, (v) आरेखन बाँस।
12. आरेखन (Ranging) और जरीबन (Chaining) में अन्तर स्पष्ट करें। (B.T.E
13. जरीब सर्वेक्षण में एक साधारण रेखा का आरेखन करने के लिये आपको किन-किन उपस्करों की आवश्यकता पड़ेगी, उनके नाम दें तथा प्रक्रिया स्पष्ट करें। (B.T.E
14. प्रत्यक्ष आरेखन की प्रक्रिया लिखिये। (B.T.E
15. प्रत्यक्ष आरेखन तथा परोक्ष आरेखन में अन्तर स्पष्ट करें। परोक्ष आरेखन की आवश्यकता कब पड़ती है, लिखिये। (B.T.E
16. दो सर्वेक्षण स्टेशन आपस में दिखाई नहीं देते हैं। उनके मध्य आरेखन किस यन्त्र से किया जाता है लिखिये। (B.T.E
17. अन्योन्य आरेखन विधि पर प्रकाश डालें। यह आरेखन कैसे किया जाता है, चित्र देकर लिखिए। (B.T.E
18. गहरी घाटी में आरेखन कैसे किया जाता है, लिखिये।
19. जरीब मापन में होने वाली त्रुटियों का ब्योरा दें। इनसे बचने के लिये आप क्या-क्या सावधानी लेंगे लिखिये।

20. जरीब सर्वेक्षण में संचयी तथा प्रतिकारी त्रुटियों में अन्तर स्पष्ट करें तथा उदाहरण दें। (B.T.E.)
21. निम्न त्रुटियों के प्रकार (संचयी अथवा प्रतिकारी) स्पष्ट करें—
    (i) दोषपूर्ण आरेखन, (ii) जरीब में झोल (Sag), (iii) जरीब लम्बाई में दोष, (iv) जरीब हत्थे पर गलत सुआ गाढ़ना, (v) फीते के निशानों की दूरी (Divisions) में समानता न होना।
    (उत्तर—संचयी (i) (ii), (iii), प्रतिकारी (iv), (v))
22. जरीब सर्वेक्षण में धनात्मक एवं ऋणात्मक त्रुटियों के तीन-तीन उदाहरण दें। (B.T.E.)
23. जरीब मापन में कौन-कौन भूलें हो सकती हैं, लिखिये।
24. निम्नलिखित के हस्तमुक्त चित्र दें—
    (i) आरेखन दण्ड (Ranging Rod) (ii) टिक्की (Tag)
    (iii) गुनिया (Cross Staff) (iv) सुआ (Arrow)
    (v) इस्पाती पत्ती (Steel Band)। (B.T.E.)
25. (i) भारतीय प्रकाशीय गुनिया (Indian Optical Square) का चित्र देकर प्रकार्य स्पष्ट करें। (B.T.E.)
    (ii) प्रकाशीय गुनिया की जांच एवं समंजन कैसे किया जाता है, लिखिये। (B.T.E.)
26. (i) एक जरीब रेखा पर समकोण डालने के लिये आप कौन-कौन उपकरण प्रयोग कर सकते हैं, उनके नाम दें तथा कार्य निधि लिखिये।
    (ii) प्रकाशीय गुनिया (Optical Square) की सहायता से समकोण बनाने की विधि बताइये। (B.T.E.)
    (iii) खुला गुनिया तथा प्रकाशीय गुनिया में अन्तर स्पष्ट करें। (B.T.E.)
27. संक्षिप्त टिप्पणी लिखें—
    (i) खसका दण्ड (Offset Rod) (iii) प्रकाशीय गुनिया (Optical Square) (B.T.E.)
    (ii) लाइन रेंजर (Line Ranger) (iv) पात सुआ (Drop Arrow)।
27. जरीब सर्वेक्षण में परिशुद्धता की सीमा (Limit of Accuracy) लिखिये।
29. ढालू जमीन पर जरीब मापन कैसे किया जाता है, लिखिये। (B.T.E.)
30. (i) जरीब रेखा के बाहर स्थित एक बिन्दु से लम्ब डालने की प्रक्रिया लिखिये।
    (ii) एक दी गयी रेखा के समान्तर, इसके बाहर स्थित बिन्दु से रेखा डालने की प्रक्रिया लिखिये।
31. "सम्पूर्ण से अंश की ओर" इस कथन को स्पष्ट कीजिये और जरीब सर्वेक्षण में इसका महत्व सिद्ध कीजिये। (B.T.E.)
32. प्रकाशीय गुनिया की जाँच कैसे की जाती है, वर्णन कीजिये।
33. प्रिज्म वर्ग (Prism Square) का कार्य स्पष्ट करें।
34. (i) जरीब सर्वेक्षण के मूल सिद्धन्त पर प्रकाश डालें। (B.T.E.)
    (ii) जरीब सर्वेक्षण के लिये किस प्रकार का क्षेत्र अधिक उपयुक्त समझा जाता है, लिखिये।
35. सर्वे स्टेशन का निर्धारण कैसे किया जाता है, लिखिये। (B.T.E.)
36. आवीक्षण सर्वेक्षण (Reconnaissance) क्या होता है? यह कब किया जाता है, लिखिये।

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

37. जरीब सर्वेक्षण में स्टेशनों का चयन करते समय आप क्या-क्या बातें ध्यान में रखेंगे, लिखिये। (B.T.

38. (i) एक सुआकारीय त्रिभुज से आप क्या समझते हैं, बताइये? (B.T.
(ii) जरीब सर्वेक्षण में एक त्रिभुज की शुद्धता की जाँच कैसे की जाती है, लिखिये।

39. एक त्रिभुज की भुजायें 80 मी०, 60 मी०, व 40 मी० हैं। इसकी सुस्थितता (Well conditioned) जांच कीजिये। (उत्तर : त्रिभुज सुस्थित नहीं

40. जरीब सर्वेक्षण में स्टेशन को भूमि पर कैसे स्थापित किया जाता है? लिखिये। (B.T.

41. (i) जरीब सर्वेक्षण में पिछुआ (Follower) का कार्य स्पष्ट कीजिये।
(ii) जरीब के संचालन में अगुआ (Leader) तथा पिछुआ (Follower), दोनों में किसका अधिक महत्व रखता है, स्पष्ट उत्तर दें।

42. निम्न पर संक्षिपत टिप्पणी लिखें—
(i) आधार रेखा (Base line), (ii) संयोग रेखा (Tie line),
(iii) जाँच रेखा (Check line)। (B.

43. क्षेत्र पंजी में अन्दराज कैसे किया जाता है? क्षेत्र पंजी का एक पृष्ठ खींचें और उस पर 10 प्रवि कीजिये। (B.

44. (i) खसका किसे कहते हैं ? जरीब सर्वेक्षण में इसका क्या महत्व है ? बताइये। (B.T.
(ii) खसके कितने प्रकार के होते हैं, उनके नाम दें।
(iii) लम्बाई के आधार पर खसकों के नाम दें।
(iv) जरीब रेखा के निकट एक कुआँ स्थित है। उसके लिये कितने खसके लेने आवश्यक लिखिये।

45. (i) जरीब रेखा पर समकोण (सीधा) खसका लगाने की प्रक्रिया लिखें।
(ii) खसके की लम्बाई की क्या सीमा है, लिखिये। (B.

46. जरीब सर्वेक्षण में निम्न बाधाओं को लाँघने की विधि लिखें—
(i) जरीब रेखा पर एक ऊँचा टीला आ गया है। (ii) जरीब रेखा पर एक भवन पड़ रहा है
(iii) जरीब रेखा के मार्ग पर एक नदी पड़ रही है। (iv) जरीब रेखा पर एक तालाब पड़ रहा (B.

47. एक जरीब रेखा नदी को (i) समकोण, (ii) तिरछा पार कर रही है। नदी की चौड़ाई कैसे ज्ञात की जायेगी, लिखिये। (B.T.

48. जरीब रेखा के किसी बिन्दु से लम्ब खड़ा करने और किसी बाहरी बिन्दु से जरीब रेखा पर डालने की विधि का वर्णन करें। (B.T.

49. (i) जरीब सर्वेक्षण के लिये आवश्यक उपकरणों के नाम दें।
(ii) जरीब सर्वेक्षण में सुस्थित त्रिभुजें (Well conditioned) बनाना क्यों आवश्यक है? उत्तर दें।

50. निम्न स्थिति में किस प्रकार की बाधा हो सकती है—
(i) आरेखन में बाधा है, परन्तु मापन में नहीं। (ii) आरेखन तथा मापन दोनों में बाधा है

51. यादृच्छिक रेखा आरेखन (Random Line Ranging) कहाँ अपनायी जाती है? लिखिये।

52. फीते की सहायता से 30° कोण डालने की विधि लिखें।

53. गुनिया यन्त्र सर्वेक्षण कहाँ और क्यों अपनाया जाता है? उसकी प्रक्रिया संक्षेप में लिखिये।

54. जरीब सर्वेक्षण का अंकन (Plotting) कैसे किया जाता है? अंकन के लिये आवश्यक उपकरण की सूची दें।

55. सर्वेक्षण नक्शे पर उत्तर दिशा क्यों दिखाई जाती है? यह रेखन पत्र (Sheet) पर किस ओर दिखानी चाहिये, लिखिये।

56. निम्नलिखित का अंकन करते समय आप किन बातों को ध्यान में रखेंगे, लिखिये—
(i) सर्वेक्षण रेखायें (ii) खसका

57. सर्वेक्षण नक्शे (Survey Plan) पर मापनी (Scale) क्यों दर्शानी आवश्यक है? बताइये।

58. सर्वेक्षण नक्शे को बड़ा/छोटा करने की किसी एक विधि का वर्णन करें।

59. एक छोटे भवन का सर्वेक्षण चेन द्वारा किया जाता है। इसके लिये जिन संयन्त्रों की आवश्यकता होगी, उसकी सूची दें तथा कार्य हेतु जो विधि अपनायी जायेगी, उसे स्पष्ट करें। *(B.T.E.)*

60. जरीब सर्वेक्षण में परिशुद्धता का मान लिखिये। *(B.E.T.)*

61. निम्नलिखित कथनों की सत्यता/असत्यता बताइये—
(i) जरीब सर्वेक्षण में आरेखन दण्ड दूरी नापने के काम आता है।
(ii) जरीब सर्वेक्षण में अग्रचर (Leader) जरीब कार्य को नियन्त्रित करता है।
(iii) 30 मीटरी जरीब में प्रत्येक कड़ी की लम्बाई 30 सेमी० होती है।
(iv) किसी टीले के आर-पार आरेखन सीधी रेन्जिंग विधि (Direct Ranging) से किया जाता है।
(v) समकोण त्रिभुज सदा सुआकारीय (Well conditioned) त्रिभुज होती है।
(vi) कर्ण बढ़ती तब लगायी जाती है जब किसी घाटी में आरेखन करना हो।
(vii) बढ़ी हुई जरीब सदा सत्य दूरी से कम दूरी दर्शाती है।
(उत्तर—सत्य (v) (vi) **असत्य**—(i) (ii) (iii) (iv) (vii))

62. 650 मी० लम्बी एक रेखा 30 मीटरी जरीब से नापने पर 652 मी० लम्बी पायी गयी। जरीब की त्रुटि ज्ञात कीजिये। **(उत्तर– 9·2 सेमी० छोटी)**

63. एक 20 मी० की जरीब सर्वेक्षण कार्य शुरू करने से पहले शुद्ध लम्बाई की थी। इसके द्वारा एक रेखा जो वास्तव में 1660 मी० है, नापे जाने पर 1650 मी० पायी गयी हैं। कार्य की समाप्ति पर जरीब की क्या लम्बाई थी, ज्ञात कीजिये। **(उत्तर– 20·12 m.)**

64. एक जरीब रेखा को 20 मीटरी जरीब जो एक कड़ी (Link) छोटी थी, से नापा गया और यह 1000 मी० पायी गयी। रेखा की सही लम्बाई क्या है? ज्ञात कीजिये। **(उत्तर– 990 मी०)**

65. 20 मीटरी जरीब से एक रेखा नापने पर 1341 मी० निकली। जब उसको 30 मीटरी जरीब से, जिसकी एक कड़ी कम थी, नापा गया तो यह रेखा 1350 मी० पायी गयी। 20 मीटरी जरीब की शुद्धता की जाँच कीजिये। **(उत्तर– कोई त्रुटि नहीं)**

66. एक रेखा 30 मीटरी तथा 100 फुटी जरीबों से नापी गयी तो लम्बाई में 12 जरीब (प्रत्येक जरीब) निकली। यदि 100 फुटी जरीब 0·95 फुट छोटी है, तो मीटरी जरीब की वास्तविक लम्बाई ज्ञात कीजिये। *(A.M.I.E.)* **(उत्तर– 30·21 m.)**

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

67. एक 20 मीटरी जरीब कार्य शुरू करने से पूर्व अपनी निर्दिष्ट लम्बाई की थी। 400 मी० दूरी नापने पर इसकी जाँच की गयी तो यह 4 सेमी० बड़ी निकली और 2420 मी० (कुल दूरी) नापने के बाद पुनः जाँच करने पर 8 सेमी० बड़ी निकली। रेखा की सत्य लम्बाई ज्ञात कीजिये।
(A.M.I.E.) **(उत्तर– 2424.46 m)**

68. सर्वेक्षण कार्य के शुरु में 30 मीटरी जरीब बिल्कुल शुद्ध लम्बाई की थी। 2000 मी० नापने के बाद जांच में इसकी लम्बाई 30.12 मी० पायी गयी। पुनः कुल 3000 मी० दूरी नापने के बाद यह 30... मी० लम्बी पायी गयी। रेखा की कुल सत्य दूरी ज्ञात कीजिए।
(B.T.E.) **(उत्तर–3008.5 मी०)**

69. दूरी नापने के लिये 20 मीटरी जरीब प्रयोग की गयी। 1500 मी० दूरी नापने के बाद जरीब को ... सेमी० अधिक पाया गया। 2900 मी० तक दूरी नापने के बाद उसी जरीब को 18 सेमी० अधिक पाया गया। यदि कार्य शुरू करने से पहले जरीब की लम्बाई उसकी मानक लम्बाई के बराबर हो, तो ... की सही-लम्बाई ज्ञात करें।
(B.T.E.) **(उत्तर— 2913·55 मी०)**

70. एक सर्वेक्षण रेखा 20 मीटरी जरीब द्वारा नापने पर 1200 मी० लम्बी पायी गयी। जब जाँच के ... इसे पुनः 30 मीटरी जरीब से नापा गया तो लम्बाई 1220 मी० पायी गयी। यदि 20 मी० जरीब ... सेमी० अधिक लम्बी हो तो 30 मी० जरीब की सही लम्बाई ज्ञात करें।
(उत्तर– 29·532 मी०)

71. ढालू जमीन पर एक रेखा 30 मीटरी जरीब से नापने पर 20 जरीब लम्बी पायी गयी। जमीन की ... 1 in 8 है। जरीब की जाँच की गयी तो यह 5 सेमी० अधिक पायी गयी। रेखा की शुद्ध क्षैतिज ... ज्ञात कीजिये।
(उत्तर– 596·36 मी०)

72. एक क्षेत्र का जरीब सर्वेक्षण किया गया और क्षेत्रफल 1·02 वर्ग किमी० ज्ञात हुआ। यदि उपयोग में लायी गयी जरीब 0·5% छोटी हो, तो शुद्ध क्षेत्रफल ज्ञात कीजिये। *(P.B.T.E.)*
(उत्तर— 1·01 वर्ग किमी०)

73. सर्वेक्षण कार्य शुरू करने से पूर्व एक जरीब की लम्बाई 30 मी० थी, परन्तु कार्य समाप्ति पर बढ़कर 30·10 मी० हो गयी। 1 cm = 40 m. के पैमाने पर उस क्षेत्र के बने नक्शे का क्षेत्रफल ... वर्ग सेमी० मापा गया है। क्षेत्र का वास्तविक क्षेत्रफल हेक्टर में ज्ञात कीजिये।
(उत्तर– 8·03 हेक्टर)

74. एक पुराना सर्वेक्षण प्लान 1 cm = 10 m के पैमाने पर बनाया गया था जो अब सिकुड़ गया है और 25 cm लम्बी वास्तविक रेखा अब 24·4 cm ही रह गयी है। अब नक्शे पर क्षेत्रफल 122 ... मापा गया है। क्षेत्र का वास्तविक क्षेत्रफल ज्ञात कीजिये।
(A.M.I.E.) **(उत्तर– 116 एकड़)**

75. एक पुराना मानचित्र जो एक सेमी० = 10 मी० की मापनी पर बना था, अब सिकुड़ गया है और ... सेमी० लम्बी वास्तविक रेखा अब 9·8 सेमी० रह गयी है। नक्शे पर एक टिप्पणी दी गयी है ... सर्वेक्षण में प्रयोग की गयी 30 मीटरी जरीब पैमाइश के समय 0·03 मी० छोटी थी। अब प्लानीमीटर से नक्शे पर क्षेत्र का क्षेत्रफल 96·04 वर्ग सेमी० नापा गया है। क्षेत्र का वास्तविक क्षेत्रफल ज्ञात ...
(उत्तर– 9980 वर्ग मी०)

76. 1 in 10 की ढालू जमीन पर डाली गयी एक रेखा की लम्बाई 15·60 जरीब थी। जब जरीब की जाँच की गयी तो वह 5 सेमी० कम (19·95 मी०) थी। रेखा की क्षैतिज तल पर दूरी ज्ञात कीजिये।
(उत्तर– 15·48 जरीब)

77. एक ढालू जमीन 20 मी० की ढालू दूरी में, क्षैतिज समतल से 2·50 मी० ऊपर उठ जाती है। ढाल का कोण तथा कर्ण बढ़ती (Hypotenusal Allowance) प्रति जरीब ज्ञात कीजिये।
(P.B.T.E.) **(उत्तर– 7°—11′, 15·84 सेमी०)**

78. 20 मीटर जरीब से एक क्षेत्र का क्षेत्रफल 30 हेक्टर नापा गया है। यदि यह जरीब आधी कड़ी लम्बी हो तो सही क्षेत्रफल ज्ञात कीजिये।
(उत्तर– 30·3 हेक्टर)

79. दो बिन्दुओं के मध्य ढालू दूरी (Slopy Distance) 500 मी० है। बिन्दुओं के मध्य क्षैतिज दूरी ज्ञात कीजिए, यदि—
(i) ढाल का कोण 20° है।
(ii) बिन्दुओं के मध्य ऊर्ध्व ऊँचाई 100 मी० है।
(उत्तर—469.8 मी०, 489.90 मी०)

80. ढालू भूमि पर स्थित दो बिन्दु *A* तथा *B* की ढालू दूरी (Along Slope), 30 मीटरी जरीब से 560 मी० नापी गयी। *A* तथा *B* के मध्य क्षैतिज दूरी ज्ञात करें यदि—
(i) ढाल का कोण 15° है,
(ii) जब *A* तथा *B* के तलों में 40 मी० का ऊर्ध्व अन्तर है। *(Pb.B.T.E.)*
(उत्तर–540·92 मी०, 558·67 मी०)

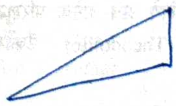
81. एक गुनिया सर्वेक्षण (Cross Staff Survey) की केन्द्र रेखा *AF* की लम्बाई 1000 मी० है। इस जरीब दूरी पर, 'दांयें-बांयें' लम्ब खसकों की लम्बाई, मीटर में निम्न है—

जरीब दूरी	0	200	500	700	850	1000
लम्ब खसका	0	52 (L)	120 (R)	80 (L)	40 (R)	0

उपरोक्त आँकड़ों को क्षेत्र-पंजी में दर्ज करे और क्षेत्रफल वर्ग मी० में ज्ञात करें।
(उत्तर—111200 m²)

$\cos\alpha = \frac{h^2}{2l} = \frac{2.50 \times 25}{2 \times 20}$

$BB' = l(1-\cos\theta)$
$2.5 = 20(1-\cos\theta)$
$0.125 =$
$\theta = \cos^{-1}(0.87)$



civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET

This is the subtitle of PDF, Use long text here.

3

दिक्सूचक सर्वेक्षण
(COMPASS SURVEYING)

§ 3.1. दिक्सूचक (Compass Survey) :

जब क्षेत्र में सर्वेक्षण रेखाओं की दिशा व परस्पर क्षैतिज स्थिति ज्ञात करने के लिये, इन कोण (लम्बाई के साथ-साथ) मापे जाते हैं, यह **दिक्सूचक सर्वेक्षण** कहलाता है। दि (कोण) याम्योत्तर (Meridian) अथवा किसी अन्य रेखा के संदर्भ से ली जाती है। ध्यान र सर्वेक्षण रेखाओं की लम्बाई जरीब सर्वेक्षण की भाँति, जरीब व फीते से ही नापी जाती है।

जैसा हम अध्याय 2 में स्पष्ट कर चुके हैं, जब भूक्षेत्र छोटा व खुला हो और सुआकारीय त्रिभुजों के ढाँचे में बाँटना सम्भव हो, तब जरीब सर्वेक्षण अपनाना ठीक रहता है। भूक्षेत्र काफी बड़ा व घनी आबादी वाला है और भवनों अथवा अन्य बाधाओं से घिरा होने कारण इसमें त्रिभुजें, संयोग व जाँच रेखायें (जरीब सर्वेक्षण के लिये आवश्यक) डालना कठि पड़ता है, तब ऐसे क्षेत्र के लिये दिक्सूचक सर्वेक्षण उपयुक्त रहता है।

दिक्सूचक सर्वेक्षण में, भूक्षेत्र को चारों ओर से घेरती हुई तथा एक-दूसरी से क्रमश सटी हुई सर्वेक्षण रेखायें डाली जाती हैं। इन रेखाओं की **लम्बाई** (Length) जरीब/फीते से (जरी सर्वेक्षण की भाँति) नापी जाती है और **दिशा** (Direction) किसी कोण मापी उपकरण से ज्ञ की जाती है। रेखाओं की लम्बाई तथा उनके मध्य का कोण ज्ञात होने पर भूक्षेत्र की आकृ रेखणपत्र (ड्राइंग शीट) पर आसानी से अंकित की जा सकती है। क्षेत्र को त्रिभुजों के जाल बाँटने की कतई आवश्यकता नहीं पड़ती है।

सर्वेक्षण रेखाओं की दिशा मापने के लिये अनेक उपकरण उपलब्ध हैं, परन्तु इस प्रकार सर्वेक्षण में दिक्सूचक (कुतुबनुमा) (Compass) का उपयोग किया जाता है, जो सरल प्रकार उपकरण है। अत: इसे दिक्सूचक सर्वेक्षण (Compass Survey) का नाम दिया गया है।

इस सर्वेक्षण को **चंक्रम सर्वेक्षण** (Traverse Survey) भी कहते हैं, क्योंकि पूरे क्षेत्र एक-दूसरी से सटी हुई सर्वेक्षण रेखाओं द्वारा एक निश्चित घेरे में, माला की भाँति पिरो लि जाता है। चंक्रम सर्वेक्षण में, क्षेत्र पर आधार रेखा, संयोग रेखायें, जाँच रेखायें आदि डालने जरूरत नहीं पड़ती है।

चंक्रम सर्वेक्षण में क्षेत्र कार्य काफी कम हो जाता है, परन्तु कार्य की शुद्धता रेखाओं दिशा मापन पर अधिक निर्भर करती है।

जरीब, दिक्सूचक आदि सर्वेक्षणों के लिये गत शताब्दियों में विकसित तथा प्रचलित य व उपकरणों की इस्तेमाल-विधि तथा पुरानी सर्वे-प्रक्रियाओं की चर्चा अभी भी नवीन पाठ्यक्र का भाग है, जबकि सर्वे-रेखाओं की लम्बाई, कोणीय स्थिति तथा बिन्दुओं की सापेक्ष उच्चत (Elevation) मापन के लिये अब अनेक परिशुद्ध इलेक्ट्रोनिक यन्त्र जैसे ओटो लेवल (Au Level), थियोडोलाइट (Theodolite), टैकोमीटर (Tachometer), टोटल-स्टेशन (Tot

Station) इत्यादि विकसित हो चुके हैं। परन्तु सर्वेक्षण प्रणाली के आधार-भूत तत्वों तथा प्रक्रियाओं को समझने के लिये अब भी पुराने व अपरिष्कृत (Crude) यन्त्र व उपकरण अपना महत्व रखते हैं, क्योंकि प्रशिक्षण-सीढ़ी के उच्चतम दण्डे तक पहुँचने के लिये, प्राइमरी कक्षाओं के निचले दण्डों पर चढ़ना तो पड़ता ही है।

अत: छात्रों से अपेक्षा की जाती है कि वे सर्वेक्षण प्रणाली से सम्बन्धित सभी पुराने-नये यन्त्रों/उपकरणों का समान अभिरुचि से पठन करेंगे।

§ 3.2. चंक्रम (Traverse) :

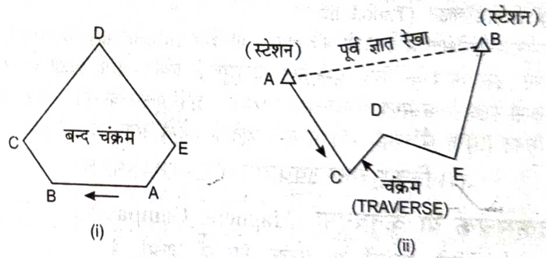
सर्वेक्षण स्टेशनों को मिलाने वाली ऐसी रेखाओं को, जिनकी **लम्बाई एवं दिशा दोनों ज्ञात हैं** (अथवा ज्ञात करनी है) से बने ढाँचे को **चंक्रम** कहते हैं। इसे माला रेखा अथवा रेखा बन्धन के नाम से भी जाना जाता है। चंक्रम पर सर्वेक्षण कार्य, चंक्रमण (Traversing) कहलाता है।

3.2-1. प्रकार (Type) : चंक्रम सर्वेक्षण में चंक्रम निम्न दो प्रकार की होती है—

(a) बन्द या संवृत चंक्रम (Closed Traverse)

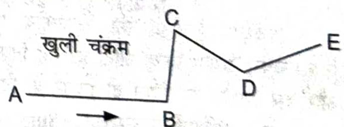
(b) खुली या विवृत चंक्रम (Open Traverse)

चंक्रम परिपथ पर सर्वेक्षण करते हुये जिस बिन्दु से कार्य शुरू किया था, यदि उसी बिन्दु पर आकर कार्य समाप्त किया जाये, तब यह **बन्द चंक्रम** कहलाती है। ऐसे दो स्टेशन जिनकी सर्वेक्षण स्थिति पहले से ज्ञात है, को मिलाने वाली सर्वेक्षण रेखाओं के परिपथ को भी बन्द चंक्रम कहते हैं (चित्र 3.1)।



चित्र 3.1—बन्द चंक्रम (Closed Traverse)

जब सर्वेक्षण कार्य शुरू किये गये बिन्दु पर लाकर समाप्त नहीं किया जा सकता है, तब इसे **खुली चंक्रम** कहते हैं। खुली चंक्रम चित्र 3.2 में दिखाई गयी है।



चित्र 3.2—खुली चंक्रम (Open Traverse)

बड़े क्षेत्रों, जैसे—नगरों, झीलों, मैदानों, जंगलों के सर्वेक्षण के लिये बन्द चंक्रम सर्वेक्षण अपनाया जाता है, जबकि संकरी, लम्बी पट्टियों, जैसे—सड़क, रेलमार्ग, नदी, नहर, सुरंगों इत्यादि के सर्वेक्षण के लिये खुली चंक्रम सर्वेक्षण ठीक रहता है।

बन्द (संवृत्त) चंक्रम, सर्वेक्षण कार्य की प्रगति की दिशा के अनुसार, निम्न दो प्रकार की होती है—

(i) दक्षिणावर्त चंक्रम (Clockwise Traverse)

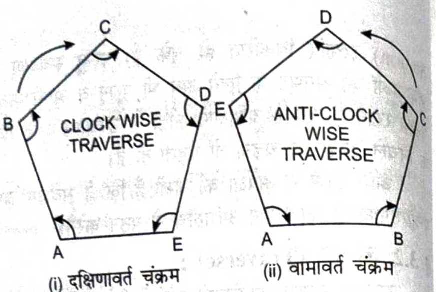
(ii) वामावर्त चंक्रम (Anti-Clockwise Traverse)

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

जब चंक्रम की भुजायें दक्षिणावर्त बढ़ती है तो इसे **दक्षिणावर्त चंक्रम** कहते है। दक्षिणावर्त चंक्रम में वामावर्त कोण प्राप्त होते है। (चित्र 3.3-i)

जब चंक्रम की भुजायें वामावर्त बढ़ती है, तो इसे **वामावर्त चंक्रम** कहते हैं। वामावर्त चंक्रम में दक्षिणावर्त कोण प्राप्त होते हैं (चित्र 3.3-ii)।



चित्र 3.3—बन्द चंक्रम के प्रकार

§ 3.3. कोण मापन के उपकरण (Instruments Used for Measuring Angles) :

चंक्रम सर्वेक्षण में रेखाओं की लम्बाई तथा उनकी सापेक्ष दिशा ज्ञात की जाती है। लम्बा जरीब से नापी जाती है और दिशा तथा रेखाओं के मध्य कोण मापने के लिये निम्न उपकरण उपयोग किये जाते हैं—

(i) दिक्सूचक (Magnetic Compass)
(ii) बक्स सेक्सटेन्ट (Box Sextant)
(iii) थियोडोलाइट (Theodolite)

दिक्सूचक सर्वेक्षण में रेखाओं की दिशा, याम्योत्तर (Meridian) के सन्दर्भ से ज्ञात की जाती है। अतः इस कार्य के लिये चुम्बकीय दिक्सूचक प्रयोग किया जाता है। सेक्सटेन्ट व थियोडोलाइट से रेखाओं के मध्य क्षैतिज तथा ऊर्ध्वाधर, दोनों प्रकार के कोण मापे जाते हैं। कोण डिग्री (°), मिनट (′) व सैकिण्ड (″) में मापे जाते हैं (देखें अनुच्छेद 1.15)।

(I) दिक्सूचक उपकरण (COMPASSES)

§ 3.4. दिक्सूचक या कुतुबनुमा (Magnetic Compass) :

घने जंगलों में भटक रहा हूँ जन्मों से
ऐ कुतुबनुमा, मुझे चुम्बकीय याम्योत्तर दिखा

सर्वेक्षण रेखाओं का चुम्बकीय दिक्मान मापने के लिये दिक्सूचक (चुम्बकीय दिक्सूचक) प्रयोग किया जाता है। यह दिक्मान चतुर्थांश अथवा पूर्णवृत्त पद्धति में मापे जाते है और इस आधार पर निम्न दो प्रकार के दिक्सूचक बनाये गये हैं—

(i) सर्वेक्षक दिक्सूचक (Surveyor Compass)
(ii) प्रिज्मी दिक्सूचक (Prismatic Compass)

धरती सर्वेक्षण में पहले सर्वेक्षक दिक्सूचक अधिक काम में आता था परन्तु अब प्रिज्मी दिक्सूचक का प्रयोग अधिक होता है। लेवल उपकरण में भी प्रिज्मी प्रकार की कम्पास लगायी जाती है, परन्तु दृश्य वेधिका का कार्य दूरबीन द्वारा लिया जाता है।

इनके अतिरिक्त एक और दिक्सूचक, ट्रफ दिक्सूचक (Trough Compass) होता है, जो कोणीय मापन नहीं करता है केवल उत्तर दिशा का भान कराता है। यह पटल सर्वेक्षण (Plane Table Surveying) में काम आता है।

परिशुद्ध चंक्रम सर्वेक्षण के लिये सर्वे-रेखाओं का कोण मापन थियोडोलाइट (Theodolite) से किया जाता है, जिसकी चर्चा पुस्तक के भाग-2 में की गयी है।

§ 3.5. दिक्सूचक उपकरण के मुख्य घटक (Main Parts of a Compass) :

एक दिक्सूचक में निम्न मुख्य घटक होते हैं। दिक्सूचक के सभी घटक अलौह धातु के बने होते हैं ताकि वे चुम्बकीय सुई को विचलित न करें।

(1) चुम्बकीय सुई (Magnetic Needle)
(2) कीलक (Pivot)
(3) अंशांकित चक्री (Graduated Ring)
(4) दर्श वेधिका (Eye Vane)
(5) दृश्य वेधिका (Object Vane)
(6) प्रिज्म (Prism), धूप काँच (Sun Glasses) (प्रिज्मी कम्पास में)
(7) उत्थापक पिन व उत्थापक लीवर (Lifting Pin and Lever)
(8) ब्रेक पिन व स्प्रिंग ब्रेक (Brake Pin and Spring Brake)
(9) दिक्सूचक बक्सा (Compass Box)
(10) त्रिपाद (Tripod)

विस्तृत वर्णन निम्न है—

(1) चुम्बकीय सुई (Magnetic Needle)—दिक्सूचक का सबसे मुख्य घटक इस्पात की चुम्बीकृत लम्बी, संकरी सुई (सूचिका) होती है, जिसको एक ऊर्ध्व कीलक (Pivot) पर इस प्रकार टाँग दिया जाता है कि वह क्षैतिज समतल में स्वच्छन्द घूम सके। जब यह स्थिर हो जाती है तो इसकी नोक चुम्बकीय याम्योत्तर (उत्तर दिशा) की ओर होती है।

चुम्बकीय सुई की नति या नमन (Dip of Needle or Magnetic Dip)—एक पूर्णतः सन्तुलित सुई (Needle) को चुम्बीकृत करने से पूर्व, यदि इसे, इसके केन्द्र पर स्वतन्त्र अवस्था में निलम्बित किया जाये, यह पूर्णतः क्षैतिज टंगी रहती है, परन्तु दिक्सूचक की चुम्बीकृत सुई स्वतन्त्र व मुक्त होने पर भी अपनी कीलक पर पूर्णतः क्षैतिज नहीं टिकी रहती है (इसका कारण चुम्बकीय बल-रेखाओं का उत्तरी तथा दक्षिणी गोलार्द्ध में पृथ्वी की सतह की तरफ झुकना बताया जाता है)। उत्तरी ध्रुव में सुई का **उत्तरी सिरा** और दक्षिणी ध्रुव में इसका **दक्षिणी सिरा** नीचे की ओर, 90° के कोण तक झुक जाता है अर्थात् सुई ऊर्ध्वाधर खड़ी हो जाती है, परन्तु विषुवत् रेखा (Equator) पर सुई पूर्णतः क्षैतिज रहती है (नति कोण शून्य होता है)। नमन का प्रभाव विभिन्न स्थानों पर भिन्न-भिन्न रहता है। चुम्बकीय सुई का इस प्रकार नीचे को झुकना **इसका नति कहलाता है।**

चुम्बकीय सुई को ठीक क्षैतिज रखने के लिये इसकी विपरीत दिशा पर पीतल या एल्यूमिनियम की तार का बना, कुण्डली की शक्ल का एक नन्हा-सा प्रति भार (Counter Weight) टाँग दिया जाता है। इसे **राइडर** (Rider) कहते है। सुई को क्षैतिज रखने के लिये राइडर को आवश्यकतानुसार सूई-पट्टी पर आगे-पीछे सरकाया जा सकता है।

(2) कीलक (Pivot)—दिक्सूचक बक्सा के मध्य में एक नोकदार कील खड़ी लगी होती है, जिसके ऊपर कम्पास की सुई एगेट टोपी द्वारा टिकी रहती है और मुक्त घूमती है। एगेट टोपी के अन्दर एक उच्च अपघर्षण सामर्थ्य वाला पत्थर लगा होता है। जब दिक्सूचक की सुई

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

कुन्द पड़ जाये तो कीलक को एक विशेष पत्थर से घिस दिया जाता है अथवा इसे पूर्णतः बदल देना चाहिये।

(3) **अंशांकित चक्री** (Graduated Ring)—यह एल्यूमीनियम धातु की छल्ले की भाँति गोल चक्री होती है, जिस पर डिग्री व आधी डिग्री (30 मिनट) के निशान कुंदे होते हैं। प्रिज्मी दिक्सूचक में यह निशान 0° से 360° तक दक्षिणावर्त दिशा में बढ़ते हुये, उल्टे खुदे होते हैं, जो दर्श स्लिट के साथ लगी प्रिज्म द्वारा पढ़ने पर सीधे तथा बड़े आकार में दीख पड़ते हैं। सर्वेक्षक दिक्सूचक की चक्री पर निशान चतुर्थांश प्रणाली में सीधे बने होते हैं और सीधे ही पढ़े जाते हैं।

(4) **दर्श बेधिका** (Eye Vane)—यह एक संकरी ऊर्ध्वाधर पट्टी होती है जो दिक्सूचक-बक्से के किनारे पर, कब्जे द्वारा जुड़ी होती है और प्रेक्षण के समय सीधी (ऊर्ध्व) खड़ी की जा सकती है। दर्श बेधिका में एक पतली ऊर्ध्वाधर झिरी कटी रहती है। आँख को इस झिरी से सटाकर लक्ष्य को बेधा (देखा) जाता है। प्रिज्मी दिक्सूचक में दर्श बेधिका के साथ काँच एक प्रिज्म लगी होती है, जिससे अंशांकित चक्री पर पाठ्यांक पढ़ने में सरलता रहती है। प्रिज्म पाठ्यांकों को आवर्धित करके दिखाती है।

(5) **दृश्य बेधिका** (Object Vane)—यह एक कब्जेदार ऊर्ध्वाधर संकरी पट्टी होती है जिसमें एक ऊर्ध्वाधर (घोड़े का) बाल या महीन तार लगा होता है। यह दिक्सूचक बक्से पर दर्श बेधिका के ठीक व्यासीय विमुख लगी रहती है और आँख तथा लक्ष्य को मिलाने वाली दृष्टि रेखा को स्थापित करती है। इसे लक्ष्य बेधिका भी कहते हैं। आवश्यकता न रहने पर, दोनों बेधिकाओं को काँच के ढक्कन पर पट लैटाया भी जा सकता है।

(6) **दृष्टि रेखा** (Line of Sight)—दर्श बेधिका, दृश्य वेधिका तथा लक्ष्य, तीनों को सीधाई में बेधने वाली काल्पनिक रेखा को दृष्टि रेखा कहते हैं। यह लक्ष्य की याम्योत्तर से दिशा का भान कराती है। लक्ष्य का दिशा-कोण दिक्सूचक की चक्री पर पढ़ा जाता है।

(7) **प्रिज्म** (Prism)—यह प्रिज्मी दिक्सूचक में दर्श बेधिका के साथ लगी रहती है। प्रिज्म के क्षैतिज व ऊर्ध्वाधर फलके उत्तल (Convex) होती हैं। इस कारण चक्री के निशानों का आवर्धित प्रतिबिम्ब दीख पड़ता है और पठन सरल हो जाता है। प्रिज्म धातु के खोल में बन्द होती है जिसमें छिद्र कटे होते हैं, ताकि चक्री पर पाठ्यांक पढ़ा जा सके। सर्वेक्षक को अपनी दृष्टि के अनुसार, प्रिज्य का फोकसन करना होता है ताकि चक्री पर निशान स्पष्ट दिखायी देने लगे। प्रिज्म के आगे दो रंगीन काँच-पत्ती (हरी व लाल) लगी होती हैं। तेज धूप के समय अथवा चमकीले लक्ष्य को बेधते समय, इन्हें घुमा कर सामने कर लिया जाता है।

(8) **उत्थापक पिन व उत्थापक लीवर** (Lifting Pin and Lever)—जिस समय दिक्सूचक पर कार्य न हो रहा हो तो चुम्बकीय सुई को कीलक से कुछ ऊपर उठा दिया जाता है, ताकि कीलक की अनावश्यक घिसावट न हो और सुई का चुम्बकीय प्रभाव क्षीण न हो। इसके लिये बक्से की परिधि पर दृश्य वेधिका की तली पर उत्थापक पिन व उत्थापक लीवर की व्यवस्था की जाती है।

जब दिक्सूचक प्रयोग में न हो तो दृश्य वेधिका को काँच के ढक्कन के ऊपर लिटा देते हैं। ऐसा करने से उत्थापक पिन दब जाती है और इससे लगा उत्थापक लीवर कम्पास की सुई को कीलक से थोड़ा ऊपर उठा देता है, जिससे यह (सुई) काँच के ढक्कन से चिपक जाती है और स्थिर हो जाती है।

(9) **ब्रेक पिन व स्प्रिंग ब्रेक** (Brake Pin and Spring Brake)—प्रेक्षण के समय अंशांकित चक्री (प्रिज्मी कम्पास में) पूर्णतः स्थिर रहनी चाहिये। यदि यह डोल रही हो तो दृश्य वेधिका की तरफ लगा ब्रेक पिन दबा दिया जाता है। इससे पिन के आगे लगा स्प्रिंग ब्रेक अशांकित चक्री को छूने लगता है और चक्री स्थिर हो जाती है।
ब्रेक पिन को छोड़ने से स्प्रिंग ब्रेक पुनः अपनी मूल स्थिति में आ जाता है।
उपरोक्त व्यवस्था सर्वेक्षक दिक्सूचक में नहीं होती है, क्योंकि इसमें अंशांकित चक्री बक्से की तली से स्थायी आबद्ध होती है।

(10) **दिक्सूचक बक्सा** (Compass Box)—दिक्सूचक का बक्सा 100–150 mm व्यास का अलौह धातु का बना होता है। इसके केन्द्र में कीलक (Pivot) तथा परिधि पर व्यासीय विमुख दर्श बेधिका व दृश्य वेधिका कब्जेदार जोड़ (Hinged) द्वारा लगी होती है। कीलक के ऊपर चुम्बकीय सुई टँगी रहती है। कीलक, सुई व अंशांकित चक्री की सुरक्षा के लिये बक्स के ऊपर काँच का ढक्कन लगा रहता है। बक्से को बन्द करने के लिये इसके ऊपर धातु का ढक्कन भी रहता है। दिक्सूचक की सुई को स्वच्छन्द रखने के लिये यह आवश्यक है कि बक्से के भीतर के सभी घटक (सुई को छोड़कर) अलौह धातु के बने हों।

(11) **त्रिपाद** (Tripod)—प्रिज्मी दिक्सूचक को हाथ में पकड़ कर भी प्रयोग किया जाता है, परन्तु सर्वेक्षक दिक्सूचक को हल्के प्रकार के त्रिपाद अथवा 1·8 मी० लम्बी एक टाँग वाली छड़ जिसे **जेक्ब स्टाफ** (Jacob Staff) कहते हैं, पर कस कर इस्तेमाल किया जाता है। प्रेक्षणों की शुद्धता की दृष्टि से त्रिपाद का प्रयोग करना ही चाहिये।

त्रिपाद के शीर्ष पर धातु का ढक्कन (टोपी) लगा होता है, जिसमें चूड़ियाँ कटी होती हैं, जिस पर दिक्सूचक को रखकर कस दिया जाता है। दिक्सूचक के समतलन (Levelling) में सुविधा हो, त्रिपाद व दिक्सूचक में बाल-साकट (Ball and Socket) व्यवस्था भी होती है।

त्रिपाद की तीन टाँगे होती हैं और यह भली प्रकार से उपचारित व संशोधित लकड़ी का बनाया जाता है। इसके शीर्ष पर बाल एवं सॉकट (Balls and Socket) व्यवस्था होती है जिस पर दिक्सूचक को कस दिया जाता है। बाल एवं सॉकट व्यवस्था से दिक्सूचक को समतल करने में आसानी हो जाती है।

§ 3.6. सर्वेक्षक दिक्सूचक (Surveyor Compass) : 125mm dia

सर्वेक्षक दिक्सूचक में दिक्मान चतुर्थांश दिक्मान प्रणाली में पढ़े जाते हैं।

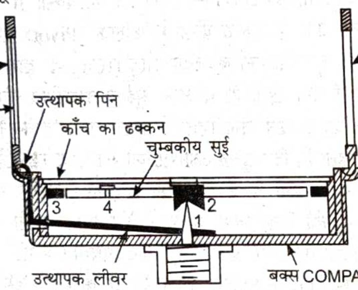
(a) रचना—सर्वेक्षक दिक्सूचक एक पुराना दिशामापी उपकरण है। इसे खान दिक्सूचक (Miner's Dial) भी कहते हैं। यह पीतल का 125 mm व्यास का गोल बक्सा होता है, जिसकी परिधि पर दो बेधिकायें, दर्श तथा दृश्य, ठीक एक-दूसरी के आमने-सामने (व्यासीय विपरीत दिशा में), कब्जों द्वारा लगी होती हैं। प्रयोग के समय इनको ठीक ऊर्ध्वाधर खड़ा कर लिया जाता है। दर्श बेधिका में एक ऊर्ध्वाधर झिर्री होती है जिससे लक्ष्य की ओर देखा जाता है। दृश्य बेधिका की झिर्री में एक ऊर्ध्वाधर घुड़-बाल लगा रहता है, जो लक्ष्य बेधन के काम आता है

सुई या सूचिका—सर्वेक्षक दिक्सूचक की सुई के दोनों सिरे आगे से नुकीले होते हैं। सुई केन्द्र में कीलक पर स्वच्छन्द घूम सकती है और चुम्बकीय याम्योत्तर दिशा पर आकर रुकती है।

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

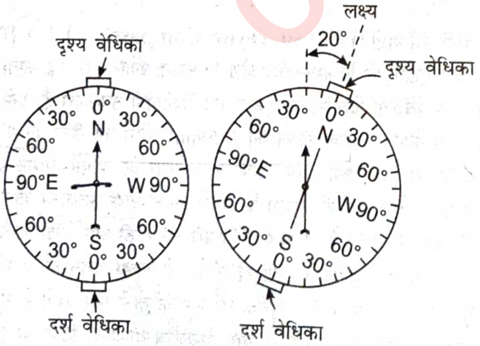
अंशांकित चक्री या कार्ड—सर्वेक्षक दिक्सूचक की अंशांकित चक्री सुई से जुड़ी न होकर, स्थायी रूप से बक्से के साथ जुड़ी रहती है और बक्से के घुमाने पर इसके साथ घूमती है। अंशांकित चक्री पर निशान चतुर्थांश (Quadrants) प्रणाली में बने रहते हैं। उत्तर (N) तथा दक्षिण (S) दिशाओं पर शून्य अंक (Zero) होता है और पूर्व (E) तथा पश्चिम (W) दिशा में 90° के अंक बने रहते हैं, परन्तु चक्री पर पूर्व (E) व पश्चिम (W) अक्षरों की स्थिति अदल-बदल दी जाती है (देखे अनुच्छेद 3.10)। सर्वेक्षक दिक्सूचक में आधी डिग्री तक निशान बने रहते हैं।

सर्वेक्षक दिक्सूचक चित्र 3.4 में दिखाया गया है।



चित्र 3.4—सर्वेक्षक दिक्सूचक (Surveyor Compass)

(b) प्रयोग—दिक्सूचक को स्टेशन बिन्दु पर एक त्रिपाद पर सैट करके, दर्श-बेधिका की झिर्री से लक्ष्य को देखा जाता है। दृष्टि रेखा (Line of Sight) दर्श-बेधिका की झिर्री, दृश्य बेधिका में लगे घुड़-बाल को काटती हुयी लक्ष्य को बेधती है। जब ये तीनों एक सीध में हो जायें तो घूम कर उत्तरी सिरे पर सुई की नोक को (काँच-ढक्कन के नीचे की तरफ) देखते हुये, पाठ्यांक पढ़ा जाता है। सर्वेक्षक दिक्सूचक का पठन चित्र 3.5 में स्पष्ट किया गया है। चित्र के अनुसार लक्ष्य रेखा का दिक्मान N 20° E है।



(b) दृष्टि रेखा चुम्बकीय याम्योत्तर में

(b) दृष्टि रेखा लक्ष्य O की ओर दिक्मान N 20°E

चित्र 3.5—सर्वेक्षक दिक्सूचक का पठन

लक्ष्यबेधन से पहले दृष्टि रेखा तथा सुई ठीक शून्य (*N*) पर होगी और दृष्टि रेखा का मान शून्य होगा। माना लक्ष्य उत्तर से पूर्व दिशा की ओर स्थित है। लक्ष्य को बेधने पर चुम्बकीय सुई तो ठीक अपनी पूर्ववत् दिशा (चुम्बकीय याम्योत्तर) में बनी रहेगी, परन्तु अंशांकित चक्री जो बक्से के साथ जुड़ी हुई है, पूर्व को घूम कर लक्ष्य की ओर जायेगी। अब हम पाठ्यांक पश्चिम के चतुर्थांश पर पढ़ रहे हैं, जब कि वास्तव में लक्ष्य पूर्व दिशा में स्थित है और उपकरण भी पूर्व दिशा की ओर ही घुमाया गया है। इस दिशा भ्रम को दूर करने के लिये ही **E व W अक्षरों के स्थान अदल-बदल कर दिये जाते हैं।**

(c) सावधानियाँ—पाठ्यांक लेने से पहले, दिक्सूचक के काँच के ढक्कन को धीरे से थप-थपा देना चाहिये ताकि सुई स्वच्छन्द घूमे। यदि सुई अधिक मुक्त हो गयी है और ठहरने में अधिक समय लेती है तो उत्थापक पिन को धीरे से दबा कर छोड़ दें। ऐसा करने से उत्थापक लीवर सुई को छू कर इसे स्थिर कर देगा।

काँच-ढक्कन को गन्दा दीखने पर, इसे बार-बार रूमाल से रगड़ कर साफ नहीं करना चाहिये। ऐसा करने से इसमें विद्युत् आवेश आ जाता है और सुई ढक्कन से चिपक जाती है। काँच पर गीला हाथ फेरने से स्थैतिक विद्युत् चार्ज नष्ट हो जाता है।

दिक्सूचक से काम लेते समय इसके निकट से चुम्बकीय वस्तुओं, जैसे—चाबी का गुच्छा, लोहे का कड़ा (Ring), इस्पात के फ्रेम वाला चश्मा, स्टील पेन इत्यादि को दूर रखना चाहिये।

सर्वेक्षक दिक्सूचक से लिये गये कोण-मापन इतने परिशुद्ध नहीं होते हैं, जितने प्रिज्मी दिक्सूचक से प्राप्त होते हैं। (अनुच्छेद 3.12)। अत: अब सर्वेक्षक दिक्सूचक कम प्रयोग में आता है, परन्तु प्रिज्मी दिक्सूचक को पूर्णत: समझने के लिये, सर्वेक्षक दिक्सूचक को जानना जरूरी है।

§ 3.7. प्रिज्मी दिक्सूचक (Prismatic Compass) :

इस दिक्सूचक में आवश्यक रूप से एक प्रिज्म लगी रहती है, जो चक्री के निशानों (डिग्री आदि) को आवर्धित (Magnify) करके दर्शाती है। अत: इसक **प्रिज्मी दिक्सूचक** कहते हैं। प्रिज्मी दिक्सूचक में दिक्मान पूर्णवृत्त दिक्मान प्रणाली में पढ़े जाते हैं।

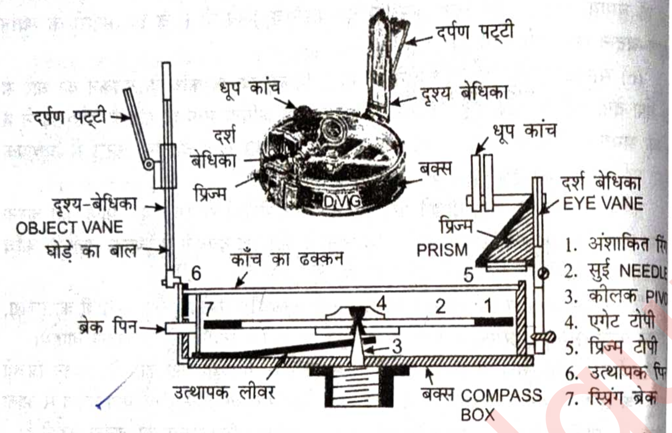
इस दिक्सूचक की विशेषता यह है कि लक्ष्य-वेधन तथा चक्री पठन दोनों कार्य एक साथ ही सम्पन्न होते हैं और सर्वेक्षक को अपनी स्थिति बदलनी नहीं पड़ती है। जहाँ तेज गति से कार्य आवश्यक हो, प्रिज्मी दिक्सूचक को वरीयता दी जाती है।

(a) रचना–प्रिज्मी दिक्सूचक में दर्श बेधिका पट्टी के निचले भाग पर एक त्रिभुजाकार प्रिज्म लगी रहती है, इसलिये इसे प्रिज्मी दिक्सूचक कहते हैं। यह प्रिज्म अंशांकित चक्री पर उल्टे खुदे डिग्री के निशानों को सीधा एवं बड़ा करके दिखाती है।

प्रिज्मी दिक्सूचक 80 mm से 150 mm व्यास का पीतल का गोल बक्सा होता है, जिसके मध्य में कीलक के ऊपर चुम्बकीय सुई टँगी रहती है, जो सदा चुम्बकीय याम्योत्तर दर्शाती है। इस दिक्सूचक में अंशांकित चक्री एल्यूमीनियम की बनी होती है और स्थायी रूप से चुम्बकीय सुई (संकेतक) से जुड़ी रहती है और इसके साथ ही घूमती है। चक्री पर 0°—360° तक निशान होते हैं। यह निशान दक्षिणावर्त दिशा में बढ़ते हैं। दक्षिणी (S) सिरे पर शून्य या 360° का अंक, पश्चिमी (W) सिरे पर 90°, उत्तरी (N) सिरे पर 180° तथा पूर्वी (E) सिरे पर 270° के निशान बनाये जाते हैं। यह इसलिये किया गया है, क्योंकि पाठ्यांक प्रिज्म के द्वारा **दक्षिणी सिरे पर पढ़े जाते** हैं, जो लक्ष्य के ठीक 180° पर स्थित है।

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

दिक्सूचक बक्से की परिधि पर, ठीक व्यासीय-विपरीत दिशा में दृश्य बेधिका तथा दर्श बेधिका की ऊर्ध्वाधर पट्टियाँ कब्जों से लगी रहती हैं। जब उपकरण प्रयोग में न हो तो दोनों बेधिकाओं को काँच ढक्कन पर क्षैतिज लिटा दिया जाता है। दृश्य वेधिका की झिर्री में घोड़े का बाल अथवा महीन तार लगाया जाता है। दर्श वेधिका में महीन ऊर्ध्वाधर झिर्री बनी रहती है और निचले भाग पर एक प्रिज्म लटकी रहती है। प्रिज्म को दर्श बेधिका की पट्टी पर ऊपर-नीचे



चित्र 3.6—प्रिज्मी दिक्सूचक (Prismatic Compass)

सरकाया जा सकता है ताकि फोकस करके चक्री पर पाठ्यांक पढ़े जा सकें। प्रिज्म तथा चक्री बीच की ऊँचाई (दूरी) प्रेक्षक की नजर (Eye Sight) पर निर्भर करती है और प्रेक्षक के बदलने पर यह दूरी पुन: समंजित करनी पड़ सकती है।

दृश्य बेधिका तथा दर्श वेधिका मिलकर एक सीधी दृष्टि रेखा (Line of Sight) बनाती जो लक्ष्य को भी बेधती है। यह दृष्टि रेखा ही लक्ष्य का चुम्बकीय याम्योत्तर से कोण दर्शाती लक्ष्य को वेधने के लिये बक्से को घुमाया जाता है, जिससे वेधिकायें लक्ष्य की दिशा में आ जा हैं, परन्तु चुम्बकीय सुई ठीक चुम्बकीय उत्तर में जमी रहती है।

अधिक ऊँचे अथवा नीचे स्थित लक्ष्यों का वेधन करने के लिये, दृश्य वेधिका ऊपर-नीचे सरकने वाली एक दर्पण-पट्टी लगी रहती है, जिस पर लक्ष्य का प्रतिबिम्ब दिखाई पड़ता है।

तेज धूप के लिये अथवा चमक देने वाले लक्ष्यों को बेधने के लिये दर्श बेधिका पर एक जोड़ी रंगीन काँच (हरा व लाल) लगे रहते हैं।

(b) प्रयोग—प्रिज्मी दिक्सूचक को हाथ में थाम कर भी दिशा मापन किया जा सकता परन्तु उत्तम परिणाम के लिये इसे हल्के त्रिपाद पर कसकर ही दिक्मान लेने चाहियें। दिक्सूचक पठन की विधि अनुच्छेद 3.8 में स्पष्ट की गयी है।

§ 3.8. दिक्सूचक का अस्थायी समायोजन तथा दिक्मान पठन (Temporary Adjustment and Taking Bearing from a Compass) :

3.8.1. अस्थायी समायोजन—दिक्सूचक के अस्थायी समायोजन की निम्न तीन क्रियायें हैं। इसे दिक्सूचक का **स्टेशन समायोजन** (Station Adjustment) भी कहते हैं।

(i) केन्द्रण (Centering),

(ii) समतलन (Levelling),

(iii) प्रिज्म का फोक्सन (Focussing of Prism)।

(i) केन्द्रण—दिक्सूचक को त्रिपाद पर कसकर इसको स्टेशन के ठीक केन्द्र-बिन्दु पर रखा जाता है। केन्द्रण के लिये दिक्सूचक के अक्ष से एक कंकरी गिरायी जाती है जो स्टेशन खूँटी के ठीक ऊपर पड़नी चाहिये। केन्द्रण की जाँच साहुल लटकाकर भी की जा सकती है। त्रिपाद को भूमि से इतनी ऊँचाई पर स्थापित करना चाहिये कि प्रेक्षक बगैर झुके अथवा उचके उपकरण पर कार्य कर सके।

(ii) समतलन—दिक्सूचक का समतलन इसलिये आवश्यक है ताकि अंशांकित चक्री स्वछन्द घूम सके। बाल एवं सॉकेट (Ball and Socket) लगे दिक्सूचक को इनके द्वारा क्षैतिज किया जाता है । एक पेन्सिल को काँच-ढक्कन पर चला कर दिक्सूचक कें समतलन की जाँच की जाती है।

(iii) **प्रिज्म का फोक्सन**—यह समायोजन प्रिज्मी दिक्सूचक में ही किया जाता है। प्रिज्म को ऊपर-नीचे खिसका करके इसको चक्री के ऊपर ऐसे सैट किया जाता है कि चक्री के निशान आवर्धित हो सके और आसानी से पढ़े जा सकें।

3.8.2. प्रेक्षण—दिक्सूचक को त्रिपाद पर सैट करने के बाद बक्से को धीरे से लक्ष्य (आरेखन दण्ड) की ओर घुमाया जाता है और लक्ष्य, दृश्य वेधिका तथा दर्श वेधिका तीनों को सीधी दृष्टि रेखा पर लाया जाता है। अब प्रिज्म द्वारा चक्री पर पाठ्यांक पढ़ा जाता है। चक्री पर पाठ्यांक पढ़ते समय चुम्बकीय सुई स्थिर होनी चाहिये। इसकी गति को अवमन्दित करने के लिये, दृश्य वेधिका के नीचे लगी ब्रेक-पिन को धीरे से दबा कर छोड़ दिया जाता है। (सर्वेक्षक कम्पास की पठन विधि अनुच्छेद 3.6 में दी गयी है)।

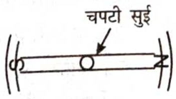
प्रिज्मी दिक्सूचक में आधी डिग्री (30°) तक निशान बने रहते हैं, परन्तु 15′ तक मापन शुद्धता ली जा सकती है।

जब दिक्सूचक प्रयोग में न आ रहा हो तो दृश्य वेधिका को काँच-ढक्कन पर लिटा दिया जाता है। दृश्य वेधिका के क्षैतिज होने पर मुड़ा हुआ लीवर दबता है, जो सूचिका (सुई) को कीलक से कुछ ऊपर उठा देता है और यह काँच ढक्कन से टकरा कर दब जाती है। इस प्रकार सुई की हलचल रुक जाती है और इसमें विद्यमान चुम्बकीय प्रभाव क्षीण नहीं होने पाता है।

WWW.CIVILGURU.NET

This is the subtitle of PDF, Use long text here.

§ 3.9. सर्वेक्षक दिक्सूचक और प्रिज्मी दिक्सूचक में तुलना (Comparison in between Surveyor and Prismatic Compasses) :

सर्वेक्षक दिक्सूचक (Surveyor Compass)	प्रिज्मी दिक्सूचक (Prismatic Compass)
(a) चुम्बकीय सुई :	
1. सुई के सिरे आगे से नुकीले (Edge Bar) होते हैं और यह संकेतक का काम भी करते हैं।	1. चुम्बकीय सुई चौड़ी पट्टी की बनी होती है अतः यह संकेतक का काम नहीं करती है।
चित्र 3.7	 चित्र 3.8
(b) अंशांकित चक्री :	
2. अंशांकित चक्री कम्पास के बक्से से स्थायी रूप से जुड़ी रहती है और बेधिकाओं (Vanes) के साथ घूमती है।	2. अंशांकित चक्री बक्से से जुड़ी न हो... चुम्बकीय सुई के साथ जुड़ी रहती है औ... बेधिकाओं के साथ नहीं घूमती है।
3. चक्री पर निशान चतुर्थांश दिक्मान (Q.B.) प्रणाली में 0° से 90° तक बने होते हैं और E तथा W के निशान अदल-बदल दिये जाते हैं परन्तु इनका मान 90° ही रहता है।	3. चक्री पर निशान पूर्ण वृत्त (W.C.B.) प्रणा... में 0° से 360° तक बने होते हैं, परन्तु S... 0° या 360°, W पर 90°, N पर 180° त... E पर 270° के निशान होते हैं।
4. चक्री पर निशान सीधे खुदे रहते हैं और सीधे ही दिखाई पड़ते हैं।	4. चक्री पर निशान उल्टे खुदे होते हैं, जो प्रि... द्वारा पढ़ने पर सीधे तथा बड़े आकार... दिखाई पड़ते हैं।
(c) बेधिकायें :	
5. दर्श बेधिका एक पतली ऊर्ध्वाधर झिरी के रूप में होती है।	5. इसमें दर्श बेधिका एक पतली स्लिट के रू... में होती है, जिसके साथ प्रिज्म लगी रहती है।
6. दृश्य बेधिका की पतली ऊर्ध्वाधर झिरी में महीन बाल या महीन तार लगा रहता है, जो दृष्टि रेखा बनाता है।	6. इसमें भी दृश्य बेधिका की पतली झिरी में महीन तार अथवा घोड़े का बाल लगा रहता है।
(d) दिक्मान पठन :	
7. क्योंकि अंशांकित चक्री पर निशान सीधे बने होते हैं, अतः यह काँच-ढक्कन के ऊपर से सीधे ही पढ़े जाते हैं।	7. चक्री पर निशान उल्टे खुदे होते हैं अतः ये ऊपर से नहीं पढ़े जा सकते हैं, इन्हें प्रिज्म की सहायता से ही पढ़ा जाता है।

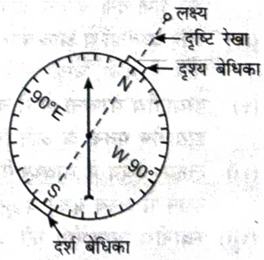
शेष अगले पृष्ठ पर

सर्वेक्षक दिक्सूचक	प्रिज्मी दिक्सूचक
8. पहले दर्श बेधिका से लक्ष्य को देखा जाता है, फिर बायें घुमाकर चक्री पर पाठ्यांक पढ़ा जाता है। दोनों कार्य, लक्ष्य बेधन तथा पठन एक स्थिति में नहीं हो सकते हैं।	8. लक्ष्य वेधन तथा चक्री पर दिक्मान पठन, दोनों क्रियायें प्रेक्षक द्वारा आँख की एक ही स्थिति में तथा एक साथ सम्पन्न की जा सकती है, अतः पाठ्यांक लेने में दिक्कत नहीं होती है।
(e) अन्य विशेषतायें :	
9. दर्श बेधिका पर कोई संलग्नक नहीं होता है।	9. दर्श बेधिका के साथ परावर्ती प्रिज्म लगी रहती है, जिससे चक्री के अंक सीधे तथा बड़े आकार के दीख पड़ते हैं।
10. दृश्य बेधिका साधारण प्रकार की होती है। आँख की ऊँचाई पर ही लक्ष्य वेधन सम्भव है।	10. दृश्य बेधिका पर दर्पण पट्टी लगी रहती है, जिसमें ऊँचाई/गहराई पर स्थित लक्ष्यों का भी वेधन किया जा सकता है।
11. उपकरण को त्रिपाद पर कसकर ही काम में लाया जाता है।	11. उपकरण को हाथ में पकड़ कर अथवा त्रिपाद पर कसकर काम में लाया जाता है।
(f) प्रयोग :	
12. अब इस दिक्सूचक का प्रयोग कम होता है।	12. प्रिज्मी दिक्सूचक का प्रयोग अधिक है, क्योंकि यह सर्वेक्षक कम्पास से अधिक सुग्राही है और पठन में समय कम लगता है।

§ 3.10. दिक्सूचक सम्बन्धी ध्यान योग्य बातें (Main Points Regarding Compasses) :

(1) सर्वेक्षक दिक्सूचक में पूर्व-पश्चिम (East-West) दिशाओं की स्थिति क्यों अदल-बदल दी जाती है—सर्वेक्षक दिक्सूचक में अंशांकित चक्री (Graduated Ring) जो बक्से से जुड़ी होती है, दृष्टि रेखा के साथ घूमती है जबकि सुई चुम्बकीय याम्योत्तर में स्थिर रहती है।

मान लो एक लक्ष्य पूर्व की ओर स्थित है और जब बेधिकाओं को घुमाकर उसको दृष्टि रेखा पर लाया जाता है तो अंशांकित चक्री तथा इस पर खुदे निशान भी साथ ही घूमते हैं, जबकि सुई याम्योत्तर की तरफ बनी रहती है। इस प्रकार पूर्वी चतुर्थांश लक्ष्य से दूर चला जाता है और पश्चिमी चतुर्थांश लक्ष्य के समीप आ जाता है। जबकि होना इसके विपरीत चाहिये। हम जो पाठ्यांक पढ़ते हैं वह भी पश्चिमी-चतुर्थांश पर पढ़ते हैं, जबकि हमें पाठ्यांक पूर्वी-चतुर्थांश पर पढ़ना चाहिये था। अतः इस त्रुटि को दूर करने के लिये चक्री पर पूर्व (*E*) और पश्चिम (*W*) अदल-बदल दिये जाते हैं।

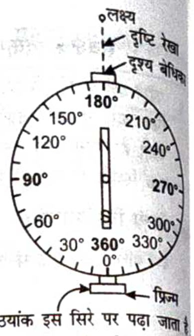


चित्र 3.9—सर्वेक्षक दिक्सूचक के निशान

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(2) प्रिज्मी दिक्सूचक में शून्य अंक (Zero Degree) दक्षिण दिशा में क्यों रखा जाता है—जब कोई लक्ष्य ठीक उत्तर दिशा में है, तो उसका दिक्मान शून्य होता है और दिक्सूचक की प्रिज्म द्वारा भी शून्य पढ़ा जाना चाहिये। परन्तु प्रिज्म दृश्य बेधिका के ठीक व्यासीय विपरीत दिशा में अर्थात् 180° पर लगी होती है और हम भी लक्ष्य की विपरीत दिशा में खड़े होकर, उसका दिक्मान पढ़ते हैं, इसलिये सुई के दक्षिण सिरे पर शून्य (अथवा 360°) का अंक रखा जाता हैं। यदि प्रिज्म दृश्य बेधिका की तरफ रखी जाती है तो चक्री के पठन के लिये घूमकर जाना पड़ेगा, जिसमें दिक्कत होती है।



चित्र 3.10—प्रिज्मी दिक्सूचक के निशान

§ 3.11. दिक्सूचक के प्रयोग के समय सावधानियाँ (Precautions To B[e] Taken While Using The Compass) :

दिक्सूचक का इस्तेमाल करते समय त्रुटियों से बचने के लिये निम्न सावधानियाँ र[खनी] चाहियें—

(i) **दिक्सूचक स्थापन**—दिक्सूचक को स्टेशन पर त्रिपाद के ऊपर कस कर भली-भ[ाँति] समतल कर लेना चाहिये। उपकरण से एक कंकरी गिराकर स्टेशन-बिन्दु की शुद्ध स्थिति [की] जाँच कर लेनी चाहिये।

(ii) **सुई का कम्पन**—चुम्बकीय सुई की हरकत (कम्पन) को बन्द करने के लिये, दिक्सू[चक] की रोक-पिन (ब्रेक-पिन) को दबायें और धीरे से छोड़ दें। पाठ्यांक पढ़ते समय सुई पू[र्णत:] रुकी होनी चाहिये।

(iii) **सुई का काँच-ढक्कन से चिपकना**—कई बार रूमाल द्वारा दिक्सूचक का काँच-ढक्[कन] साफ करने पर अथंवा वातावरण में विद्युत् चार्ज होने पर, सुई काँच-ढक्कन से चिपक ज[ाती] है। काँच पर गीला हाथ फेरने से सुई छूट जायेगी। पाठ्यांक लेने से पहले बक्से को हल्के [से] थप-थपा देना चाहिये ताकि सुई अगर कहीं अटकी हुई है तो ठीक स्थिति में आ जाये।

(iv) **लौह वस्तुओं से आकर्षण**—इस प्रकार के आकर्षण को रोकने के लिये सर्वेक्षक को अ[पने] पास से चाबी, चाकू, लोहे के बटन, कंगन, पैन इत्यादि हटा देने चाहिये।

(v) **इस्पातीय संरचनाओं से बचाव**—दिक्सूचक को रेल की पटरी, लोहे का पोल, चिम[नी] इस्पातीय भवनों के अति निकट सैट नहीं करना चाहिये।

(vi) **लक्ष्य-बेधन में सावधानी**—सुई की ठीक लम्बी दिशा पर ध्यान रखें। इधर-उधर न[ज़र] रखने से लक्ष्य बेधन व अंक पठन में त्रुटि हो सकती है।

(vii) **स्थानीय आकर्षण की जाँच**—सर्वेक्षण रेखाओं का अग्र तथा पश्च दिक्मान ले[कर] स्थानीय आकर्षण की जाँच कर लें। यह अन्तर 180° होना चाहिये।

(viii) **मुख्य सर्वेक्षण रेखायें**—चंक्रम की मुख्य रेखाओं तथा महत्वपूर्ण सर्वे-रेखाओं का दिक्म[ान] दो बार लेना चाहिये। प्रथम पाठ्यांक लेने के बाद सुई को हिला दें और रुकने पर पु[नः] पाठ्यांक लें। यदि दोनों पाठ्यांकों में अन्तर है तो उनका औसत लें।

(ix) **कार्य के समय सावधानी**—दिक्सूचक पर कार्य करते तथा पाठ्यांक पढ़ते समय उपकरण या त्रिपाद का सहारा नहीं लेना चाहिये। इससे उपकरण का स्थापन बिगड़ जाता है।

(x) **प्रयोग के बाद**—जब दिक्सूचक उपकरण प्रयोग में नहीं लाया जा रहा है, तो वेधिकाओं को काँच पर ढक्कन टिका दें। इससे सुई का डोलना बन्द हो जायेगा और चुम्बकीय प्रभाव लम्बे समय तक बना रहेगा।

(xi) **उपकरण के अन्तरण पर**—दिक्सूचक उपकरण को एक स्टेशन से दूसरे स्टेशन पर ले जाते समय देख लें कि कीलक ऊपर उठी हुई है और सुई का डोलना बन्द है अन्यथा कीलक जल्दी कुन्द (Blunt) हो जाती है और सुई की सुग्राहिता प्रभावित होती है।

§ 3.12. दिक्सूचक की जाँच तथा स्थायी समायोजन (Testing and Permanent Adjustment of the Compass) :

रेखाओं का कोण-मापन कार्य प्रारम्भ करने से पहले दिक्सूचक की भली प्रकार से जाँच व समायोजन कर लेना चाहिये। जाँच कार्य निम्न प्रकार किया जाता है—

(a) चुम्बकीय सुई की जाँच तथा समायोजन (Adjustment of Needle),
(b) बेधिकाओं की जाँच तथा समायोजन (Adjustment of Sight Vanes),
(c) कीलक की जाँच तथा समायोजन (Adjustment of Pivot),
(d) बाहरी आकर्षण की जाँच तथा सुधार उपाय। (Checking Local Attraction)।

प्रक्रिया निम्न है—

(a) चुम्बकीय सई की जाँच तथा समायोजन–

(i) दिक्सूचक को स्टेशन बिन्दु पर सैट/समतल करने के पश्चात् देखें कि दिक्सूचक की सुई/चक्री पूर्णत: क्षैतिज है। यदि ऐसा नहीं है तो प्रतिभार (Rider) को सुई की उठी हुई दिशा की ओर सरकायें।

(ii) सुई पूर्णत: सीधी होनी चाहिये। जाँच के लिये, दोनों नोकों का कोणीय अन्तर पढ़ें। यह अन्तर ठीक 180° होना चाहिये। यदि ऐसा नहीं है तो सुई की नोक को सीधा कर दें।

(iii) विराम के समय सुई ठीक चुम्बकीय याम्योत्तर में होनी चाहिये। यदि सुई सुस्त हरकत करती है तो सुई के ठहरने पर दिक्सूचक का पाठ्यांक पढ़ें। अब किसी चाबी/चाकू को सुई के समीप लाकर इसे विचलित कर दें। जब सुई पुन: ठहर जाये तो पाठ्यांक पढ़ें। दोनों पाठ्यांकों में अन्तर नहीं होना चाहिये। यदि ऐसा है तो कीलक (Pivot) की नोंक घिस दें और सुई को स्थायी चुम्बक से पुन: चुम्बीकृत कर दें।

(b) बेधिकाओं की जाँच तथा समायोजन–

(i) दिक्सूचक की दर्श तथा दृश्य बेधिकायें पूर्णत: एक-दूसरी के व्यासीय विपरीत स्थित होनी चाहिये। जाँच के लिये दोनों बेधिकाओं के मध्य एक घुड़-बाल सीधा बाँध दें। यह बाल दिक्सूचक चक्री के चिन्ह N व S के ठीक ऊपर होना चाहिये।

(ii) दिक्सूचक के समतलन पर, वेधिकायें ठीक ऊर्ध्वाधर होनी चाहियें। जाँच के लिये, दिक्सूचक के समने एक साहुल (Plumb) लटकायें और इसको लक्षित करें। लक्षित करने पर दर्श बेधिका, दृश्य बेधिका तथा साहुल डोरी, तीनों एक ऊर्ध्वाधर रेखा पर स्थित होनी चाहिये। यदि ऐसा नहीं है तो बेधिका के पाद को रेती से रगड़ दें अथवा इसके नीचे कागज का पेड़ (Pad) लगा दें। अब बेधिकाओं की पुन: जाँच करें।

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(c) **कीलक की जाँच तथा समायोजन**—दिक्सूचक की कीलक (Pivot) अंशांकित चक्री के ठीक केन्द्र में होना चाहिये। यदि सुई के दोनों सिरों के पाठ्यांकों का अन्तर, सभी, दिशाओं में रखने पर समान (180°) नहीं रहता है, कीलक चक्री के ठीक केन्द्र में नहीं है। त्रुटि का निरास करने के लिये चुम्बकीय सुई के *N* सिरे को 0° पर लायें। यदि *S* सिरा 180° पर नहीं है, कीलक को सुई-दिशा की लम्ब-दिशा में थोड़ा मोड़ दें। अब सुई के *N* सिरे को 90° पर लाये। इसका *S* सिरा 270° पर होना चाहिये। यदि ऐसा नहीं है, कीलक को सुई-दिशा की लम्ब दिशा में थोड़ा मोड़ दें। उपरोक्त दोनों क्रियाओं को तब तक दोहरायें, जब तक प्रत्येक स्थिति में सुई के दोनों सिरों के पाठ्यांकों में 180° अन्तर प्राप्त न हो जाये।

(d) बाहरी आकर्षण की जाँच तथा सुधार उपाय—

(i) बाहरी आकर्षण की जाँच के लिये किसी रेखा के अग्र तथा पश्च दिक्मान पढ़ें। इनका अन्तर ठीक 180° होना चाहिये। यदि यह अन्तर ठीक नहीं है तो बाहरी आकर्षण की सम्भावना है। सर्वेक्षक को दिक्सूचक के पड़ोस से लोहे की वस्तुयें हटा देनी चाहियें।

(II) रेखाओं के दिक्मान (BEARINGS OF SURVEY LINES) :

§ 3.13. दिक्मान तथा याम्योत्तर (Bearings and Meridian) :

(a) सर्वेक्षण रेखा का दिक्मान (Bearing)—चंक्रम सर्वेक्षण में रेखाओं की लम्बाई के साथ-साथ इनकी दिशा भी ज्ञात की जाती है। यह दिशा या तो किसी अन्य रेखा के सन्दर्भ में अथवा किसी विशेष संदर्भित दिशा या याम्योत्तर (Meridian) से ज्ञात की जाती है।

जब रेखा का किसी अन्य रेखा के सन्दर्भ में झुकाव (दिशा) ज्ञात किया जाता है तो यह **कोण** (Angle) कहलाता है और जब रेखा की दिशा याम्योत्तर के संदर्भ से ज्ञात की जाती है तो यह **दिक्मान** (Bearing) कहलाता है। चंक्रम सर्वेक्षण में कोण तथा दिक्मान **क्षैतिज समतल** में लिये जाते हैं।

अत: किसी रेखा का दिक्मान इसका वह क्षैतिज कोण है जो यह याम्योत्तर से बनाती है।

(b) याम्योत्तर (Meridian)—किसी संदर्भ दिशा को, जिसके संदर्भ में किसी रेखा की दिशा (कोणीय दिशा) ज्ञात की जाती है, **याम्योत्तर** कहते हैं। यह तीन निम्न प्रकार के होते हैं—

(i) भौगोलिक या सत्य याम्योत्तर (Geographic or True Meridian)
(ii) चुम्बकीय याम्योत्तर (Magnetic Meridian)
(iii) स्वेच्छिक याम्योत्तर (Arbitrary Meridian)

वर्णन निम्न है—

(1) सत्य याम्योत्तर (True Meridian)—किसी बिन्दु से होकर, पृथ्वी के गोले को काटता तथा यथार्थ उत्तर-दक्षिण ध्रुवों से पारित होता हुआ काल्पनिक तल (Imaginary plane) जो दिशा प्रदर्शित करता है, वह उस बिन्दु-रेखा का **सत्य याम्योत्तर** कहलाता है।

सत्य याम्योत्तर की दिशा **अपरिवर्तनीय तथा यथार्थ** है। सत्य याम्योत्तर खगोलीय प्रेक्षण द्वारा ज्ञात किया जाता है। इसे **भौगोलिक याम्योत्तर** भी कहते हैं। क्योंकि भौगोलिक याम्योत्तर का दिशा-निर्धारण काफी कठिन पड़ती है, अत: सामान्य सर्वेक्षण कार्यों में चुम्बकीय याम्योत्तर लिया जाता है।

सत्य दिक्मान (True Bearing)—सत्य याम्योत्तर से कोई रेखा जो क्षैतिज कोण बनाती है, वह कोण उस रेखा का **सत्य दिक्मान** कहलाता है। क्योंकि सत्य याम्योत्तर की दिशा सदा

स्थिर रहती है, अत: रेखा का सत्य दिक्मान भी कभी बदलता नहीं है। भूपृष्ठ सर्वेक्षण (Geodetic Survey) में सत्य दिक्मान लिये जाते हैं।

सत्य दिक्मान को **दिगशं** (Azimuth) भी कहते हैं।

(2) चुम्बकीय याम्योत्तर (Magnetic Meridian)—किसी बिन्दु पर, एक चुम्बकीय सुई पूर्णत: सन्तुलित एवं मुक्त अवस्था में तथा स्थानीय आकर्षणों से अप्रभावित, क्षैतिज लटकाये जाने पर जो दिशा बताती है, उस दिशा को (उस बिन्दु का) **चुम्बकीय याम्योत्तर** कहते हैं।

चुम्बकीय याम्योत्तर किसी भी चुम्बकीय दिक्सूचक (Magnetic Compass) द्वारा ज्ञात किया जा सकता है। चुम्बकीय याम्योत्तर की दिशा, चुम्बकीय बलों की भिन्नता के कारण, समय-समय पर बदलती रहती है। (देखे अनुच्छेद 3.21)।

चुम्बकीय दिक्मान (Magnetic Bearing)—चुम्बकीय याम्योत्तर तथा किसी सर्वेक्षण रेखा के मध्य बनने वाले क्षैतिज कोण को, उस रेखा का **चुम्बकीय दिक्मान अथवा दिक्मान** कहते हैं। समतल सर्वेक्षण (Plane Survey) में चुम्बकीय दिक्मान लिये जाते हैं। दिक्सूचक सदा चुम्बकीय दिक्मान ही दर्शाता है। चुम्बकीय याम्योत्तर के बदलने पर, इसके संदर्भ से प्रेक्षित चुम्बकीय दिक्सूचक भी बदल जाता है, जिसका परिशुद्ध सर्वेक्षण कार्यों में उचित ध्यान रखा जाता है।

(3) स्वेच्छिक या यादृच्छिक याम्योत्तर (Arbitrary Meridian)—सुविधानुसार किसी भी माने गये स्थिर बिन्दु में से अनुकूल दिशा को होता हुआ याम्योत्तर, **स्वेच्छिक याम्योत्तर** के नाम से जाना जाता है।

किसी छोटे क्षेत्र की सर्वेक्षण रेखाओं की पारस्परिक स्थिति ज्ञात करने के लिये, अपनी सहुलियत के लिये, यह याम्योत्तर मान लिया जाता है।

स्वेच्छिक याम्योत्तर सर्वेक्षण क्षेत्र की प्रथम रेखा की दिशा, चिमनी, मन्दिर का कलश, खम्बे का सिरा, मकान की किंगरी आदि को माना जा सकता है।

स्वेच्छिक दिक्मान (Arbitrary Bearing)—स्वेच्छिक याम्योत्तर तथा किसी सर्वेक्षण रेखा के बीच के क्षैतिज कोण को **स्वेच्छिक दिक्मान** कहते हैं। यह दिक्मान सेक्सटेन्ट या थियोडोलाइट द्वारा मापा जाता है।

§ 3.14. किसी स्थान पर सत्य (भौगोलिक) याम्योत्तर ज्ञात करना (Determination of True Meridian at a Place) :

किसी स्थान पर सत्य उत्तर दिशा (True North) निम्न विधियों से ज्ञात की जा सकती है—

(i) घड़ी द्वारा (By a Wrist Watch)
(ii) सूर्य की छाया द्वारा (By Sun's Shadow)

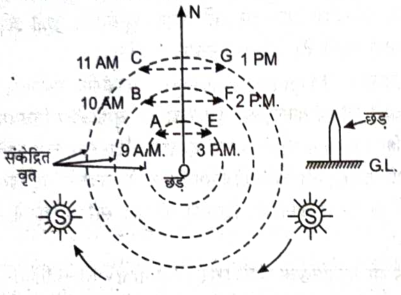
(1) घड़ी द्वारा सत्य उत्तर दिशा ज्ञात करना—जिस स्थान पर सत्य उत्तर दिशा ज्ञात करनी है, वहाँ खड़े होकर घड़ी को हाथ में लें। अब घड़ी की छोटी सुई (घण्टे वाली) को सूर्य की तरफ करें और इस रेखा तथा 12 का अंक वाली रेखा के मध्य बनने वाले कोण को समद्विभाजित करें। द्विभाजक रेखा सत्य **दक्षिण** दिशा दर्शायेगी (चित्र 3.11)।

चित्र 3.11—सत्य याम्योत्तर ज्ञात करना

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(2) सूर्य की छाया द्वारा सत्य उत्तर दिशा ज्ञात करना—सूर्य की छाया के आधार प सत्य उत्तर दिशा निम्न प्रकार ज्ञात की जाती है।

किसी खुले समतल मैदान में एक नुकीली शीर्ष वाली छड़ गाड़ दें। छड़ को केन्द्र मानक दो (या तीन) वृत्त जमीन पर खींच लें। 12 बजे से पूर्व एक-एक घण्टे के अन्तराल पर छड़ के ऊपरी नोक के छाया-बिन्दु को भूमि पर खींचे वृत्तों पर चिन्हित कर लें। मान लो यह बिन्दु *A*, *B* व *C* है। इसी प्रकार 12 बजे के बाद, एक घण्टे के अन्तराल पर उपरोक्त की भाँति छाया-बिन् उसी क्रम में वृत्तों पर लगा लें। मान लो यह *G*, *F* व *E* है (चित्र 3.12)।



चित्र 3.12

अब एक ही वृत्त के दो बिन्दुओं, *A* तथा *E* को मिला कर इसका अर्द्धक (Bisector) ह के बिन्दु *O* से मिलाते हुये बाहर को बढ़ायें। यह रेखा सत्य उत्तर-दक्षिण दिशा प्रदर्शित करे आप देखेंगे कि प्रेक्षित अन्य बिन्दु *B* – *F* तथा *C* – *G* के अर्द्धक भी इसी रेखा पर स्थित हैं यदि ऐसा न हो तो इनकी औसत मध्य रेखा खींच लो, जो उत्तर-दक्षिण दिशा बतायेगी।

§ 3.15. चुम्बकीय दिक्मान मापन की प्रणालियाँ (Systems of Measuring Magnetic Bearing) :

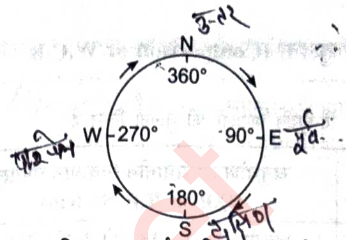
दिक्मान मापने तथा व्यक्त करने की निम्न दो प्रणालियाँ हैं। सामान्य सर्वेक्षणों में चुम्बकी दिक्मान ही लिये जाते हैं—

(i) पूर्णवृत्त दिक्मान प्रणाली (Whole Circle Bearing System)

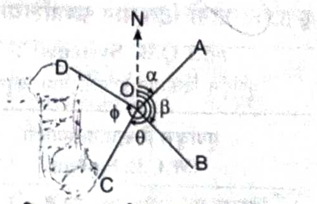
(ii) चतुर्थांश दिक्मान प्रणाली (Quadrantal Bearing System) अथवा समानी दिक्मान प्रणाली (Reduced Bearing System)

वर्णन निम्न है।

3.15-1. पूर्णवृत्त दिक्मान प्रणाली (Whole Circle Bearing–W.C.B.)—इ प्रणाली में किसी रेखा का दिक्मान, चुम्बकीय उत्तर (Magnetic North) से दक्षिणावर्त दिश अर्थात् घड़ी की सुई की घूम-दिशा (Clockwise) में मापा जाता है। षाष्ठिक पद्धत (Sexagesimal System) में वृत्त की पूर्ण परिधि को 360° (डिग्री) में बाँटा गया है। एक डि में 60′ (मिनट) तथा एक मिनट में 60″ (सैकण्ड) लिये जाते हैं। अत: रेखा का दिक्मान 0° से 360° तक कुछ भी हो सकता है (चित्र 3.13)।



चित्र 3.13—पूर्णवृत्त दिक्मान प्रणाली (W.C.B. System)



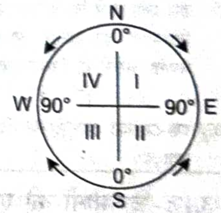
चित्र 3.14—पूर्णवृत्त प्रणाली में दिक्मान मापन

चुम्बकीय उत्तर से दक्षिणावर्त घूमते हुये, 90° पर पूर्व (East), 180° पर दक्षिण (South) और 270° पर पश्चिम (West) दिशायें आती हैं। परन्तु रेखा के कोणीय माप के साथ दिशा चिन्ह लगाने की आवश्यकता नहीं है। चित्र 3.14 के अनुसार रेखा *OA* का दिक्मान α, *OB* का β, *OC* का θ तथा *OD* का ϕ होगा।

∴ **प्रिज्मी दिक्सूचक (अनुच्छेद 3.7) इसी प्रणाली में अंशांकित होता है।**

3.15-2. चतुर्थांश दिक्मान प्रणाली (Quadrantal Bearing System—Q.B.)—इस प्रणाली में रेखा का दिक्मान उत्तर अथवा दक्षिण दिशा (जो भी रेखा के समीप पड़ती हो) से पूर्व या पश्चिम दिशा की ओर, दक्षिणावर्त (Clockwise) अथवा वामावर्त (Anti-Clockwise) मापा जाता है।

पूर्णवृत्त को चित्र 3.15 के अनुसार चार चतुर्थांश में बाँट लिया जाता है, ताकि रेखा किसी एक चतुर्थांश में स्थित हो जाये। इस प्रकार रेखा के दिक्मान के साथ उसका चतुर्थांश लिखना भी जरूरी हो जाता है। चतुर्थांश को स्पष्ट करने के लिये उस से सटी हुयी दो दिशा के प्रथम अक्षर लिखे जाते हैं। शुरू का अक्षर *N* या *S* होगा, मध्य में कोण का मान तथा अन्त में *E* या *W* अक्षर जोड़े जाते हैं।

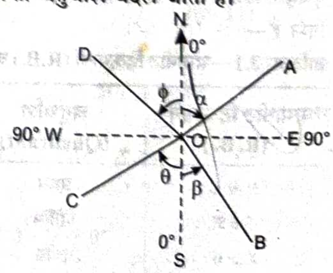


चित्र 3.15—चतुर्थांश दिक्मान प्रणाली (Q.B. System)

इस प्रणाली में किसी भी रेखा का दिक्मान 90° से अधिक नहीं हो सकता है, क्योंकि इसके बाद उसका चतुर्थांश बदल जाता है।

चित्र 3.16 के अनुसार रेखा *OA* व *OD* उत्तर दिशा के तथा रेखा *OB* व *OC* दक्षिण दिशा के निकट स्थित हैं। अत: रेखा *OA* का दिक्मान, $N \alpha E$, *OB* का $S \beta E$, *OC* का $S \theta W$ तथा *OD* का $N \phi W$ होगा।

सर्वेक्षक दिक्सूचक में चतुर्थांश दिक्मान प्रणाली में मापन किया जाता है। चतुर्थांश दिक्मान को **समानीत दिक्मान** (Reduced Bearing or R.B.) भी कहते हैं। समानीत दिक्मान से गणनायें सरल पड़ती हैं, क्योंकि यह मान त्रिकोणमिति पर आधारित है।



चित्र 3.16—चतुर्थांश प्रणाली में दिक्मान मापन

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

§ 3.16. दोनों दिक्मान प्रणालियों में तुलना (Comparison of W.C.B. and Q.B. Systems) :

पूर्णवृत्त दिक्मान प्रणाली तथा चतुर्थांश दिक्मान प्रणाली की तुलना निम्न है—

पूर्णवृत्त दिक्मान प्रणाली (W.C.B. System)	चतुर्थांश या समानीत दिक्मान प्रणाली (Q.B. or R.B. System)
1. दिक्मान 0°—360° तक होते हैं और एक चक्र पूर्ण करते हैं।	1. दिक्मान 0°–90° तक होते हैं और चक्र के चतुर्थांश तक ही सीमित रहते हैं।
2. दिक्मान सर्वदा उत्तर से दक्षिणावर्त्त दिशा में बढ़ते हैं।	2. दिक्मान उत्तर और दक्षिण में पूर्व व पश्चिम दिशा की ओर (दक्षिणावर्त/ वामावर्त) बढ़ते हैं।
3. यह प्रणाली स्पष्ट और सरल है। दिक्मान के साथ कोई दिग्-बिन्दु नहीं लगाने पड़ते हैं।	3. यह कठिन प्रणाली है। दिक्मान के आगे-पीछे दिग्-बिन्दु लगाने आवश्यक है, जैसे $N \phi E$ या $S \phi E$।
4. 90° से अधिक कोणों के मान ज्ञात करने में दिक्कत पड़ती है। लॉग-टेबल का सीधा उपयोग नहीं हो पाता है।	4. सभी कोणीय मान 90° तक होते हैं लॉग-टेबल से इनके मान सीधे पढ़े जा सकते हैं।
5. इस प्रणाली में किसी रेखा के अग्र तथा पश्च दिक्मानों का अन्तर जो 180° होता है, गणना करके ही निकल पाता है।	5. इस प्रणाली में रेखा के अग्र तथा पश्च दिक्मानों का आंकिक मान एक ही होता है परन्तु दिग्-बिन्दु के स्थान आपस में बदल जाते हैं।
6. इस प्रणाली पर प्रिज्मी दिक्सूचक बनाया गया है।	6. इस प्रणाली पर सर्वेक्षक दिक्सूचक का निर्माण हुआ है।

§ 3.17. दिक्मानों को एक पद्धति से दूसरी पद्धति में परिवर्तित करना (Conversion of Bearings from One System to the Other) :

चतुर्थांश (समानीत) दिक्मानों को पूर्णवृत्त दिक्मानों में बदला जा सकता है। इसी प्रकार पूर्णवृत्त दिक्मान भी समानीत दिक्मान में परिवर्तित किये जाते हैं। परिवर्तन के लिये नियम निम्न है—

तालिका 3.1—समानीत दिक्मानों (R.B.) को पूर्णवृत्त दिक्मानों (W.C.B.) में बदलने के नियम

समानीत दिक्मान (R.B.)	चतुर्थांश (Quadrant)	पूर्णवृत्त दिक्मान (W.C.B.)	कोण (Angle)
$N \theta E$	प्रथम	W.C.B. = R.B.	0° से 90°
$S \theta E$	द्वितीय	180° – R.B.	90° से 180°
$S \theta W$	तृतीय	180° + R.B.	180° से 270°
$N \theta W$	चतुर्थ	360° – R.B.	270° से 360°

तालिका 3.2—पूर्णवृत्त दिक्मानों (W.C.B.) को समानीत दिक्मानों (R.B.) में बदलने के नियम

पूर्णवृत्त दिक्मान (W.C.B.)	समानीत दिक्मान (R.B.)	चतुर्थांश (Quadrant)	समानीत दिक्मान का मान
(i) 0° से 90°	R.B. = W.C.B.	प्रथम	$N \theta E$
(ii) 90° से 180°	180°—W.C.B.	द्वितीय	$S \theta E$
(iii) 180° से 270°	W.C.B.—180°	तृतीय	$S \theta W$
(iv) 270° से 360°	360°—W.C.B.	चतुर्थ	$N \theta W$

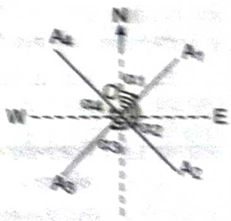
टिप्पणी—एक प्रणाली के दिक्मानों को दूसरी प्रणाली के दिक्मानों में बदलने के लिये ऊपर दी गयी तालिकाओं के स्थान पर, चित्र (Diagram) बना कर अधिक आसानी से यह बदल किया जा सकता है। थोड़े अभ्यास के बाद चित्र बनाने की भी आवश्यकता नहीं रहती है।

(3.1) दिक्मान प्रणाली सम्बन्धी उदाहरण

उदाहरण 3.1 : निम्नलिखित पूर्णवृत्त दिक्मानों (W.C.B.) को चतुर्थांश (समानीत) दिक्मान (Q.B.) में परिवर्तित कीजिये—

(i) 65°—20′, (ii) 141°—40′,
(iii) 211°—30′, (iv) 349°—10′

हल : चित्र 3.17 के अनुसार—



चित्र 3.17

(i) पूर्णवृत्त दिक्मान = 65°—20′
यह प्रथम चतुर्थांश में स्थित है।

∴ समानीत दिक्मान = $N\ 65°—20'\ E$ उत्तर

(ii) पूर्णवृत्त दिक्मान 141°—40′
यह द्वितीय चतुर्थांश में स्थित है।

∴ समानीत दिक्मान

$= S\ [180° - (141°—40')]\ E$

$= S\ 38°—20'\ E$ उत्तर

(iii) पूर्णवृत्त दिक्मान = 211°—30′
यह तृतीय चतुर्थांश में स्थित है।

∴ समानीत दिक्मान = $S\ (211°—30') - 180°\ W$

$= S\ 31°—30'\ W$ उत्तर

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(iv) पूर्णवृत्त दिक्मान 49°—10′
यह चतुर्थ चतुर्थांश में स्थित है।
∴ समानीत दिक्मान = 360 − (349°—10′)
= **N 10°— 50′ W** उत्तर

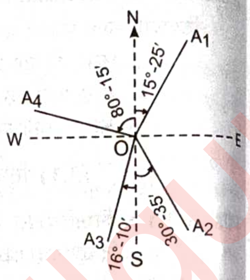
उदाहरण 3.2 : निम्नलिखित समानीत दिक्मानों (R.B.) को पूर्णवृत्त दिक्मानों (W.C.B.) में बदलिये–

(i) *N* 15°—25′ *E*, **(ii)** *S* 30°—35′ *E*,
(iii) *S* 16°—10′ *W*, **(iv)** *N* 80°—15′ *W*

हल : चित्र 3.18 के अनुसार—

(i) R.B. = *N* 15°—25′ *E*
∴ W.C.B. = **15° − 25′** उत्तर

(ii) R.B. = *S* 30°—35′ *E*
∴ W.C.B. = 180° − (30°—35′)
= **149° — 25′** उत्तर



चित्र 3.18

(iii) R.B. = *S* 16°–10′ *W*
∴ W.C.B. = 180° + (16°—10′)
= **196° − 10′** उत्तर

(iv) R.B. = *N* 80°—15′ *W*
∴ W.C.B. = 360° − (80°—15′)
= **279° — 45′** उत्तर

उदाहरण 3.3 : निम्नलिखित दिक्मानों को एक प्रणाली से दूसरी प्रणाली में परिवर्तित कीजिये–

(i) 20°—40′, **(ii)** 225°—46′, **(iii)** *N* 26°—31′ *W*,
(iv) *S* 31°—41′ *E*, **(v)** *S* 79° *W* (B.T.E.)

हल : (i) W.C.B. = 20°—40′, यह प्रथम चतुर्थांश में स्थित है।
∴ R.B. = **N 20°— 40′ E** उत्तर

(ii) W.C.B. = 225°—46′, यह तृतीय चतुर्थांश में स्थित है।
∴ R.B. = (225°–46′) − 180°
= **S 45° − 46′ W** उत्तर

(iii) R.B. = *N* 26°—31′ *W*, यह चतुर्थ चतुर्थांश में स्थित है।
∴ W.C.B. = 360° − (26°—31′)
= **333° − 29′** उत्तर

(iv) R.B. = *S* 31°—41′ *E*, यह दूसरे चतुर्थांश में स्थित है।

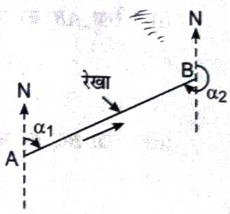
∴ W.C.B. = 180° − (31°—41′)
= **148° − 19′** उत्तर

(v) R.B. = *S* 79° *W*, यह तृतीय चतुर्थांश में स्थित है।
∴ W.C.B. = 180° + 79° = **259°** उत्तर

§ 3.18. सर्वेक्षण रेखा के दिक्मान (Bearings of a Line) :

(a) रेखा—दो स्टेशन-बिन्दुओं को मिलाने वाली सीधी रेखा, सर्वेक्षण रेखा कहलाती है। सर्वेक्षण रेखा का नामांकन इसके छोरों पर दर्शाये गये अक्षरों से किया जाता है जैसे रेखा *AB*। इसमें प्रारम्भिक बिन्दु *A* तथा अन्तिम बिन्दु *B* है। इसको हम रेखा *BA* भी कह सकते हैं, परन्तु तब *B* इसका प्रारम्भिक बिन्दु तथा *A* अन्तिम बिन्दु होगा।

(b) दिक्मान—प्रत्येक सर्वेक्षण रेखा के दो दिक्मान होते हैं। जो दिक्मान रेखा के प्रारम्भिक बिन्दु पर (कार्य की प्रगति की दिशा की ओर) लिया जाता है उसे **अग्र दिक्मान** (Fore Bearing–F.B.) और जो दिक्मान आगे बढ़कर उसके अन्तिम बिन्दु पर (कार्य की प्रगति की दिशा के विपरीत) लिया जाता है, उसे **पश्च दिक्मान** (Back Bearing–B.B.) कहते हैं।



चित्र 3.19—रेखा के दिक्मान (Bearings of a Line)

चित्र 3.19 के अनुसार सर्वेक्षण रेखा *AB* के बिन्दु *A* पर लिया गया दिक्मान α_1 अर्थात् ∠*NAB*, **अग्र दिक्मान** तथा बिन्दु *B* पर लिया गया दिक्मान α_2 अर्थात ∠*NBA*, **पश्च दिक्मान** कहलायेगा।

ध्यान रहे कि यदि हम सर्वेक्षण प्रगति की दिशा पलट देते हैं अर्थात् *B* से *A* की ओर आते हैं तो अग्र तथा पश्च अक्षर अदल-बदल जायेंगे परन्तु दिक्मान वही रहेंगे। सर्वेक्षण रेखा के दिक्मान दोनों प्रणालियों में *WCB* तथा *QB* में लिये जा सकते हैं।

(c) अग्र व पश्च दिक्मानों में सम्बन्ध—एक रेखा के अग्र दिक्मान (F.B.) तथा पश्च दिक्मान (B.B.) का अन्तर सदैव 180° होता है। एक दिक्मान के ज्ञात होने पर दूसरा दिक्मान ज्ञात किया जा सकता है।

अत: पश्च दिक्मान = अग्र दिक्मान ±180°

अथवा **B.B. = F.B. ± 180°** ...(3.1)

यहाँ *BB* = Back Bearing (पश्च दिक्मान)
FB = Fore Bearing (अग्र दिक्मान)

जब अग्र दिक्मान (F.B.) 180° से कम है, (+) चिन्ह और जब 180° से अधिक है, (−) चिन्ह लगायें। उपरोक्त नियम **पूर्णवृत्त दिक्मान प्रणाली** (W.C.B.) के लिये है।

चतुर्थांश या समानीत दिक्मान (R.B.) प्रणाली में अग्र तथा पश्च दिक्मानों का अंकिक मान तो वही रहता है, परन्तु उसके दिग्-बिन्दु बदल जाते हैं, अर्थात—

N को *S* में तथा *E* को *W* में बदल दें ...(3.2)

इसी प्रकार *S* को *N* में तथा *W* को *E* में परिवर्तित करें।

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(3.2) दिक्मान सम्बन्धी उदाहरण

उदाहरण 3.4 : निम्न सर्वेक्षण रेखाओं के प्रेक्षित अग्र दिक्मान (F.B.) इस प्रकार हैं। इनके पश्च दिक्मान (B.B.) ज्ञात कीजिये।

(i) *AB* 60° — 20′ **(ii) *BC* 118° — 40′,**
(iii) *CD* 180° — 35′, **(iv) *DE* 317° — 45′।**

हल : सूत्र 3.1 के अनुसार—B.B. = F.B. ± 180°
जब अग्र दिक्मान (F.B.) 180° से कम है तो (+) चिन्ह लगायें, अन्यथा (–) चिन्ह।

(i) रेखा *AB* का पश्च दिक्मान,

$$B.B. = (60° - 20') + 180°$$
$$= 240° - 20'$$ उत्तर

(ii) रेखा *BC* का पश्च दिक्मान,

$$B.B. = (118° — 40') + 180°$$
$$= 298° - 40'$$ उत्तर

(iii) रेखा *CD* का पश्च दिक्मान,

$$B.B. = (185° - 35') + 180°,$$

यहाँ (–) चिन्ह लगेगा क्योंकि अग्र दिक्मान 180° से अधिक है

$$= 5° - 35'$$ उत्तर

(iv) रेखा *DE* का पश्च दिक्मान,

$$B.B. = (317° - 45') - 180°$$
$$= 137° - 45'$$ उत्तर

उदाहरण 3.5 : सर्वेक्षण रेखाओं का अग्र दिक्मान निम्न हैं। इनके पश्च दिक्मान ज्ञात कीजिये।

(i) *AB N* 25° — 15′ *E*, **(ii) *BC S* 38° — 10′ *E*,**
(iii) *CD S* 43° — 30′ *W* **(iv) *DE N* 62° — 25′ *W***

हल : *N* के स्थान पर *S* (या *S* की जगह *N*) तथा *E* के स्थान पर *W* (या *W* की जगह *E*) लगायें।

(i) रेखा *AB* का पश्च दिक्मान—

S 25–15′ *W*° उत्तर

(ii) रेखा *BC* का पश्च दिक्मान—

N 38°–10′ *W* उत्तर

(iii) रेखा *CD* का पश्च दिक्मान—

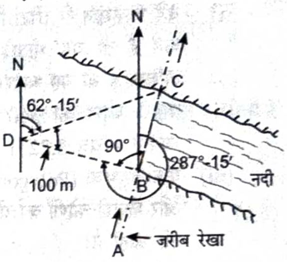
N* 43°–30′ *W उत्तर

(iv) रेखा *DE* का पश्च दिक्मान—

S* 62°–25′ *E **उत्तर**

उदाहरण 3.6 : एक जरीब रेखा *ABC* किसी नदी को पार करती है। बिन्दु *B* व *C* क्रमशः नदी के समीप तथा दूर के किनारे हैं। जरीब रेखा के बिन्दु *B* पर एक लम्ब *BD*, 100 मी० लम्बाई का डाला गया है। यदि *BD* व *DC* के दिक्मान क्रमशः 287°–15′ व 62°– 15′ हों, नदी की चौड़ाई ज्ञात कीजिए। **(B.T.E.)**

हल : चित्र के अनुसार *ABC* जरीब रेखा है और नदी की चौड़ाई *BC* है। *BD* जरीब रेखा पर लम्ब है और इसकी लम्बाई 100 मी० है। *BD* व *DC* के क्रमशः दिक्मान 287°–15′ व 62°–15′ हैं।



चित्र 3.20

रेखा *BD* का अग्र दिक्मान = 287°–15′

∴ रेखा *BD* का पश्च दिक्मान—

$$BB = FB \pm 180° \quad ...(\text{सूत्र})$$

∴ पश्च दिक्मान, $BB = (287° - 15') - 180°$
$$= 107° - 15'$$

रेखा *DC* का अग्र दिक्मान = 62°–15′

$$\therefore \quad \angle BDC = (107° - 15') - (62° - 15')$$
$$= 45°$$

अतः त्रिभुज *CBD* एक समकोण त्रिभुज है, जिसका $\angle CBD = 90°$ तथा $\angle BDC = 45°$ है। *CB* नदी की चौड़ाई है।

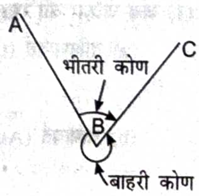
अतः $$\frac{CB}{BD} = \tan\theta$$

$$\therefore \quad CB = BD \tan\theta$$
$$= BD \tan 45° = 100 \times 1$$
$$= 100 \text{ मी०}$$

अतः नदी की चौड़ाई **100 मी०** है। **उत्तर**

§ 3.19. दिक्मानों से रेखाओं के अन्तर्गत कोणों की गणना (Calculating the Included Angles for Bearings) :

जब दो रेखायें आकर एक बिन्दु पर मिलती हैं तो उस बिन्दु पर दो कोण बनते हैं—(i) भीतरी कोण (Interior Angle) तथा (ii) बाहरी कोण (Exterior Angle)। इन दोनों कोणों का योग सर्वदा 360° होता है। भीतरी कोण 180° से कम होता है। इन कोणों को अन्तर्गत कोण (Included Angle) भी कहते हैं। (चित्र 3.21)।



चित्र 3.21

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

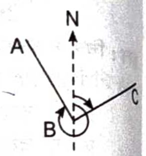
ध्यान रहे कि दिक्सूचक सीधे दो रेखाओं के मध्य का कोण नहीं माप सकता है। **यह चुम्बकीय याम्योत्तर के संदर्भ में ही दिक्मान दर्शाता है।** ये दिक्मान पूर्णवृत्त अथवा समानीत प्रणाली में होते हैं। अतः दिक्मानों से दो रेखाओं के भीतरी अथवा बाहरी कोण की गणनायें निम्न प्रकार की जाती हैं।

स्थिति I–जब दिक्मान पूर्णवृत्त प्रणाली (W.C.B.) प्रणाली में दे रखे हैं–

नियम—

(i) बड़े दिक्मान से छोटा दिक्मान घटायें। यदि अन्तर 180° से कम है तो यह भीतरी कोण होगा, यदि अन्तर 180° से अधिक है तो यह बाहरी कोण होगा।

(ii) बाहरी कोण को 360° से घटा दें, भीतरी कोण ज्ञात हो जायेगा (चित्र 3.22)।



चित्र 3.22

(iii) एक बहुभुजा (Polygon) के सभी भीतरी कोणों का योग $(2N-4)\times 90°$ होता है और बाहरी कोणों का योग $(2N+4)\times 90°$ आता है, यहाँ $N =$ भुजाओं की संख्या ली जाती है।

(iv) यदि दिये गये दिक्मान रेखाओं के मिलन-बिन्दु के नहीं हैं, तो इनमें ±180° जोड़कर, मिलन-बिन्दु के दिक्मान ज्ञात कर लें।

स्थिति II–जब दिक्मान समानीत प्रणाली (R.B.) में दे रखे हैं–

नियम—समानीत दिक्मान को पूर्णवृत्त दिक्मान (W.C.B.) में बदल दें। फिर स्थिति I के अन्तर्गत दिये गये नियम लगायें।

§ 3.20. चंक्रम के कोणों की गणना करना (Calculating Angles of a Traverse) :

जैसा अनुच्छेद 3.2 में स्पष्ट किया गया है चंक्रम दो प्रकार की होती है। जब सर्वेक्षण रेखाओं का दिक्मान दक्षिणावर्त घूमते हुये लिया जाता है, तब इसे **दक्षिणावर्त चंक्रम** कहते हैं। जब वामावर्त घूमते हुये दिक्मान लिये जाते हैं, तो यह **वामावर्त चंक्रम** कहलाती है।

चंक्रम की दो रेखाओं के मध्य बनने वाले अन्तर्गत कोण (Included Angle) की गणना करने के लिये, दिये गये दिक्मानों के आधार पर सर्वप्रथम चंक्रम का एक रफ चित्र बना लिया जाता है और यह पहचान की जाती है कि चंक्रम दक्षिणावर्त है अथवा वामावर्त। यदि स्पष्ट न किया गया हो, तब चंक्रम को पहले वामावर्त मान लिया जाता है। अन्तर्गत कोण निकालने के नियम निम्न हैं—

(1) जब चंक्रम की रेखाओं के केवल अग्र दिक्मान (F.B.) ही दे रखे हैं–

(a) दक्षिणावर्त (Clockwise) चंक्रम के लिये—

$$\angle\alpha = B - F \pm 180° \quad \ldots(3.3)$$

(b) वामावर्त (Anti-clockwise) चंक्रम के लिये—

$$\angle\alpha = F - B \pm 180° \quad \ldots(3.4)$$

जहाँ $\angle\alpha =$ दो रेखाओं का अन्तर्गत कोण (Included Angle)
$B =$ पिछली रेखा का अग्र दिक्मान (F.B. of Previous Line)
$F =$ अगली रेखा का अग्र दिक्मान (F.B. of Next Line)

टिप्पणी–(i) धनात्मक परिणाम के लिये (+) अथवा (–) चिन्ह प्रयोग करें।
(ii) जहाँ स्पष्ट न किया गया हो, तो दिक्मान का अर्थ अग्र दिक्मान है।
(iii) यदि स्पष्ट न दीख पड़े तो चंक्रम को वामावर्त (Anti Clockwise) मान लें।

स्मरण उक्ति–दायें घूमती एक-द्विक् चंक्रम, बर-फी खा गयी दो समकोण
(बर B के लिये, फी F के लिये)

(2) जब चंक्रम की रेखाओं के अग्र दिक्मान (F.B.) तथा पश्च दिक्मान (B.B.), दोनों दे रखे हों—

(a) दक्षिणावर्त (Clockwise) चंक्रम के लिये—

$$\angle\alpha = B.B. - F.B. \pm 360° \quad \ldots(3.5)$$

(b) वामावर्त (Anti Clockwise) चंक्रम के लिये—

$$\angle\alpha = F.B. - B.B. \pm 360° \quad \ldots(3.6)$$

जहाँ $\angle\alpha =$ दो रेखाओं का अन्तर्गत कोण
$B.B. =$ पिछली रेखा का पश्च दिक्मान
$F.B. =$ अगली रेखा का अग्र दिक्मान

स्मरण उक्ति–दायें घूमती द्वि-दिक् चंक्रम, बर-फी खा गयी चार-समकोण

(3.3) अन्तर्गत-कोण सम्बन्धी उदाहरण

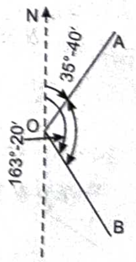
उदाहरण 3.7 : दो सर्वेक्षण रेखायें OA तथा OB के दिक्मान निम्नलिखित हैं। इनके मध्य कोण ज्ञात कीजिये।

(i) 35° – 40′ व 163° – 20′ (ii) 28° – 30′ व 325° – 15′

हल : क्योंकि दोनों रेखायें एक ही बिन्दु पर मिल रही हैं, अतः इनके मध्य कोण (अन्तर्गत कोण) दोनों दिक्मान का अन्तर होगा।

(i) $\angle AOB = OB$ का दिक्मान $- OA$ का दिक्मान
$= (163°–20') – (35°–40')$
$= \mathbf{127° – 40'}$ **उत्तर**

(ii) $\angle AOB = OB$ का दिक्मान $- OA$ का दिक्मान
$= (325°–15') – (28°–30')$
$= \mathbf{296° – 45'}$



चित्र 3.23

क्योंकि यह 180° से अधिक है, अतः यह दोनों रेखाओं पर बनने वाला बाहरी कोण है। भीतरी कोण ज्ञात करने के लिये इसको 360° से घटा दें।

अतः $\angle AOB = 360° – (296°– 45')$
$= \mathbf{63°–15'}$ **उत्तर**

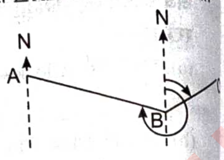
civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

उदाहरण 3.8 : एक चंक्रम के निम्नलिखित समानीत दिक्मानों (R.B.) के लिये ∠ABC ज्ञात कीजिये।

	रेखा BC	रेखा BA
(i)	N 15′—20′ E	S 50°—30′ E
(ii)	S 75°—10′ E	S 21°—15′ W
(iii)	S 40°—25′ W	N 55°—10′ W
(iv)	N 35°—30′ W	N 38°—35′ E

हल : सरलता से लिये उपरोक्त समानीत दिक्मानों (R.B.) को पहले पूर्णवृत्त दिक्मानों (W.C.B.) में परिवर्तित करते हैं और फिर इनके अन्तर्गत ∠ABC ज्ञात किया जायेगा।



चित्र 3.24

(i) N 15°–20′ E का W.C.B. $= 15°–20'$

S 50°–30′ E का W.C.B.

$= 180° – (50°– 30')$

$= 129°–30'$

$\angle ABC = (129°–30°) – (15°–20')$

$= \mathbf{114°–10'}$

(ii) S 75°–10′ E का W.C.B. $= 180° – (75°–10')$

$= 104°–50'$

S 21°–15′ W का W.C.B. $= 180° + (21°–15')$

$= 201°–15'$

∴ $\angle ABC = (201°–15') – (104°–50')$

$= \mathbf{96°–15'}$

(iii) S 40°–25′ W का W.C.B. $= 180° + (40°—25')$

$= 220°–25'$

N 55°–10′ W का W.C.B. $= 360° – (55°—10')$

$= 304°—50'$

∴ $\angle ABC = (304°–50') – (220°–25')$

$= \mathbf{84°–25'}$

(iv) N 35°–30′ W का W.C.B. $= 360° – (35°–30')$

$= 324° – 30'$

N 38°–35′ E का W.C.B. $= 38°–35'$

∴ $\angle ABC = (324°–30') – (38°–35')$

$= \mathbf{285°–55'}$

क्योंकि यह 180° से अधिक है, अतः यह बाहरी कोण है। भीतरी कोण ज्ञात करने के लिये इसे 360° से घटायें।

∴ $\angle = 360° – (285°–55')$

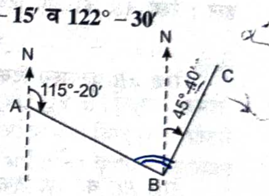
$= \mathbf{74° – 05'}$

उत्तर

उदाहरण 3.9 : दो सर्वेक्षण रेखायें AB तथा BC के अग्र दिक्मान निम्न हैं। इनका अन्तर्गत कोण ज्ञात कीजिये।

(i) 115° – 20′ व 45° – 40′ (ii) 60° – 15′ व 122° – 30′

हल : (i) क्योंकि प्रथम दिक्मान स्टेशन A पर लिया गया है तथा दूसरा दिक्मान स्टेशन B पर लिया गया है, अतः पहले इनको एक ही स्टेशन B पर लिये गये दिक्मानों में बदलते हैं—



चित्र 3.25

∵ रेखा AB का अग्र दिक्मान $= 115°–20'$

∴ रेखा AB का पश्च दिक्मान

$- BB = FB \pm 180°$ ...(सूत्र)

$= (115°–20') + 180°$

$= 295°–20'$

रेखा BC का अग्र दिक्मान $= 45°–40'$

∴ $\angle ABC = (295°–20') – (45°–40') = 249°–40'$

क्योंकि यह मान 180° से अधिक है, अतः यह बाहरी कोण है। भीतरी कोण ज्ञात करने के लिये 360° से घटा दें।

∴ $\angle ABC = 360° – (249° – 40')$

$= \mathbf{110° – 20'}$

उत्तर

अथवा वामावर्त माला-रेखा के लिये $\angle \alpha = F – B \pm 180°$ ...(सूत्र 3.4)

ज्ञात मान रखने पर,

$\angle \alpha = (45°–40') – (115° – 20') \pm 180°$

$\angle \alpha = –(69° – 40') + 180° = \mathbf{110° – 20'}$

उत्तर

(ii) रेखा AB का अग्र दिक्मान $= 60° – 15'$

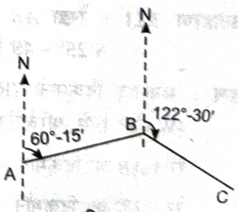
रेखा AB का पश्च दिक्मान

$= (60° – 15') + 180° = 240° – 15'$

रेखा BC का अग्र दिक्मान $= 122° – 30'$

∴ $\angle ABC = (240°–15') – (122° – 30')$

$= 117° – 45'$ **उत्तर**



चित्र 3.26

अथवा दक्षिणावर्त चंक्रम के लिये (देखें चित्र 3.26)—

$\angle \alpha = B – F \pm 180°$ ...(सूत्र 3.3)

civilguru.net

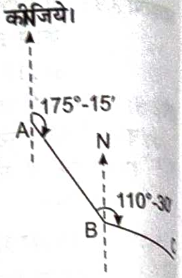
WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

ज्ञात मान रखने पर,

$$\therefore \quad \angle\alpha = (60^\circ - 15') - (122^\circ - 30') \pm 180^\circ$$
$$= -(62^\circ - 15') + 180^\circ$$
$$= 117^\circ - 45'$$

उत्तर

उदाहरण 3.10 : एक रेखा AB का दिक्मान (F.B.) 175° – 15′ है तथा ∠ABC = 110° – 30′। रेखा BC का दिक्मान (F.B.) ज्ञात कीजिये।



चित्र 3.27

हल : रेखा AB का अग्र दिक्मान

$$= 175^\circ - 15'$$

रेखा AB का पश्च दिक्मान

$$= (175^\circ - 15') + 180^\circ$$
$$= 355^\circ - 15'$$

रेखा BC का अग्र दिक्मान

= रेखा AB का पश्च दिक्मान + ∠ABC

$$= (355^\circ - 15') + (110^\circ - 30')$$
$$= 465^\circ - 45'$$

क्योंकि यह 360° से अधिक है, अतः इसमें से 360° घटा दें।

∴ रेखा BC का दिक्मान $= (465^\circ - 45') - 360^\circ$

$$= \mathbf{105^\circ - 45'}$$

उत्तर

अथवा वामावर्त चंक्रम के लिये

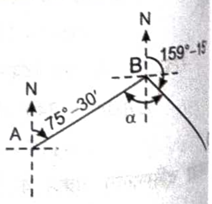
$$\angle\alpha = F - B \pm 180^\circ \qquad ...(\text{सूत्र 3.4})$$

ज्ञात मान रखने पर,

$$(110^\circ - 30') = F - (175^\circ - 15') \pm 180^\circ$$
$$\therefore \quad F = (175^\circ - 15') + (110^\circ - 30') \pm 180^\circ$$
$$= 285^\circ - 45' \pm 180^\circ$$
$$= \mathbf{105^\circ - 45^\circ}$$

उत्तर

उदाहरण 3.11 : रेखा AB का दिक्मान N 75° – 30′ और रेखा BC का दिक्मान S 25° – 45′ है। दोनों रेखाओं के मध्य बिन्दु B पर बना कोण ज्ञात कीजिये।



चित्र 3.28

हल : समानीत दिक्मानों (R.B.) को पूर्ण वृत्त दिक्मान (W.C.B.) में परिवर्तित करने पर,

रेखा AB का दिक्मान $= 75^\circ - 30'$

रेखा BC का दिक्मान $= 180^\circ - (20^\circ - 45')$

$$= 159^\circ - 15'$$

दक्षिणावर्त चंक्रम के लिये (चित्र 3.38 के अनुसार)—

$$\angle\alpha = B - F \pm 180^\circ \qquad ...(\text{सूत्र})$$

जहाँ ∠α = रेखा AB व BC का अन्तर्गत कोण = ∠ABC

B = पिछली रेखा का दिक्मान

F = अगली रेखा का दिक्मान

∴ ज्ञात मान रखने पर, $\angle\alpha = (75^\circ - 30') - (159^\circ - 15') \pm 180^\circ$

$$\therefore \quad \angle ABC = \mathbf{96^\circ - 15'}$$

उत्तर

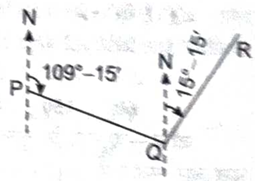
उदाहरण 3.12 : 'Q' बिन्दु पर मिलने वाली दो रेखाओं PQ और QR के दिक्मान क्रमशः S 70° – 45′ तथा N 15° – 15′ हैं। दोनों रेखाओं के मध्य बिन्दु Q पर भीतरी कोण ज्ञात कीजिये। बाहरी कोण PQR के अर्धक का पूर्णवृत्त दिक्मान प्रणाली (W.C.B.) में मान भी बताइये। (B.T.E.)

हल : सरलता के लिये समानीत दिक्मान (R.B.) को पूर्णवृत्त दिक्मान (W.C.B.) में परिवर्तित करने पर,

रेखा PQ का दिक्मान $= 180^\circ - (70^\circ - 45')$

$$= 109^\circ - 15'$$

रेखा QR का दिक्मान $= 15^\circ - 15'$



चित्र 3.29

चित्र 3.29 से स्पष्ट होता है कि यह एक वामावर्त चंक्रम है। अतः

$$\angle\alpha = F - B \pm 180^\circ \qquad ...(\text{सूत्र})$$

जहाँ $\angle\alpha = \angle PQR$

F = अगली रेखा का अग्र दिक्मान $= 15^\circ - 15'$

B = पिछली रेखा का अग्र दिक्मान $= 109^\circ - 15^\circ$

ज्ञात मान रखने पर,

$$\angle\alpha = (15^\circ - 15') - (109^\circ - 15') \pm 180^\circ$$
$$\therefore \quad \angle PQR = \mathbf{86^\circ}$$

उत्तर

बाहरी कोण $PQR = 360 - 86^\circ$

$$= 274^\circ$$

बाहरी कोण का अर्धक $= \dfrac{274 \times 1}{2} = 137^\circ$

अर्धक का पूर्णवृत्त दिक्मान $= (15^\circ - 15') + 137^\circ$

$$= \mathbf{152^\circ - 15'}$$

उत्तर

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(3.4) चंक्रम के अन्तर्गत कोणों की गणना सम्बन्धी उदाहरण

उदाहरण 3.13 : एक संवृत्त चंक्रम *ABCDA* दक्षिणावर्त दिशा में लगायी गयी है। यदि रेखाओं के दिक्मान निम्नलिखित हों तो अन्तर्गत कोण ज्ञात कीजिये तथा इनकी जाँच भी करें।

(i) रेखा	*AB*	*BC*	*CD*	*DA*
(ii) अग्र दिक्मान	40	70°	210°	280°

(B.T.E.)

हल : प्रश्नानुसार चंक्रम दक्षिणावर्त है (चित्र 3.30)।

अत: $\angle\alpha = B - F \pm 180°$ ...(सूत्र 3.3)

जहाँ $\angle\alpha$ = दो रेखा के मध्यकोण

B = पिछली रेखा का अग्र दिक्मान

F = अगली रेखा का अग्र दिक्मान

ज्ञात मान रखने पर,

$\angle A = 280° - 40° \pm 180 = 60°$

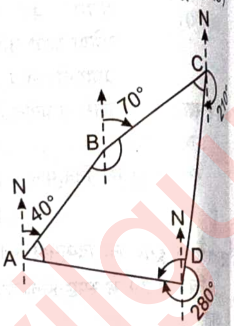
$\angle B = 40° - 70° \pm 180 = 150°$

$\angle C = 70° - 210° \pm 180 = 40°$

$\angle D = 210° - 280° \pm 180 = 110°$

$\therefore$ $\angle A$, $\angle B$, $\angle C$, $\angle D$,

60° 150° 40° 110° **उत्तर**



चित्र 3.30

जाँच—बहुभुजा के कुल अन्तर्गत कोण, जब इसकी कुल चार भुजायें हैं $= (2 \times 4 - 4) \times 90 = 360°$

$= \angle A + \angle B + \angle C + \angle D$

$= 60° + 150° + 40° + 110° = 360°$

अत: आन्तरिक कोणों की गणना सही है। **उत्तर**

उदाहरण 3.14 : एक प्रिज्मी कम्पास के द्वारा चंक्रम *ABCDE* के निम्न दिक्मान ज्ञात किये गये—

रेखा	दिक्मान (W.C.B.)
AB	**135° – 30′**
BC	**60° – 0′**
CD	**339° – 30′**
DE	**238° – 30′**
EA	**222° – 0′**

चंक्रम के अन्तर्गत कोणों की गणना कीजिये। *(B.T.E.)*

हल : प्रश्नानुसार यह चंक्रम वामावर्त है (चंक्रम का खाका बना कर देख लें)।

अत: अन्तर्गत कोण $\angle\alpha = F - B \pm 180°$ ...(सूत्र)

जहाँ $\angle\alpha$ = दो रेखाओं के मध्य कोण

F = अगली रेखा का अग्र दिक्मान

B = पिछली रेखा का अग्र दिक्मान

$\therefore$ $\angle A = (135° - 30') - (222° - 0') \pm 180°$ $= \mathbf{93° - 30'}$

$\angle B = (60° - 0') - (135° - 30') \pm 180° = \mathbf{104° - 30'}$

$\angle C = (330° - 30') - (60° - 0') \pm 180° = \mathbf{99° - 30'}$

$\angle D = (238° - 30') - (339° - 30') \pm 180°$ $= \mathbf{79 - 0'}$

$\angle E = (222° - 0') - (238° - 30') \pm 180°$ $= \mathbf{163° - 30'}$

जाँच—बहुभुज के कुल अन्तर्गत कोण (जब इसकी पाँच भुजायें हैं)—

$(2 \times 5 - 4) \times 90° = 540°$

$\therefore$ $\angle A + \angle B + \angle C + \angle D + \angle E$ का जोड़

$= (93° - 30') + (104° - 30') + (99° - 30')$

$+ (79° - 0') + (163° - 30') = 540°$

अत: आन्तरिक कोणों की गणना सही है। **उत्तर**

उदाहरण 3.15 : एक दक्षिणावर्त, संवृत्त चंक्रम *ABCDA* के आन्तरिक कोण ज्ञात कीजिये, यदि रेखाओं के दिक्मान निम्न हों—

AB	***N* 65° – 20′ *E***	***BC***	***S* 45° – 16′ *E***
CD	***S* 36° – 18′ *W***	***DA***	***N* 52° – 24′ *W***

(B.T.E.)

हल : समानीत दिक्मानों (R.B.) को पूर्णवृत्त दिक्मानों (W.C.B.) में परिवर्तित करने पर—

रेखा *AB* दिक्मान 65°—20′

रेखा *BC* दिक्मान $180° - (45° - 10') = 135° - 44'$

रेखा *CD* दिक्मान $180° + (36° - 18') = 216° - 18'$

रेखा *DA* दिक्मान $360° - (52° - 24') = 307° - 36'$

चूँकि चंक्रम दक्षिणावर्त है, अत: अन्तर्गत कोण

$\angle\alpha = B - F \pm 180°$ ...(सूत्र)

(i) $\angle A = (307° - 36') - (65° - 20') \pm 180°$

$= (242° - 16') - 180°$, (–) चिन्ह लें, क्योंकि कोण 360° से अधिक नहीं होता है।

$= 62°—16'$

(ii) $\angle B = (65° - 20') - (134° - 44') \pm 180°$ $= \mathbf{110° - 36'}$

(iii) $\angle C = (134° - 44') - (216° - 18') \pm 180°$ $= \mathbf{98° - 26'}$

(iv) $\angle D = (216° - 18') - (307° - 36') \pm 180°$ $= \mathbf{88° - 42'}$ **उत्तर**

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

जाँच—$(62° - 16') + (110° - 36') + (98° - 26') + (88° - 42') = 360°$

एक चतुर्भुज के आन्तरिक कोण $= (2N - 4) \times 90$,

यहाँ भुजाओं की संख्या 4 है।

∴ कोण $= (8 - 4) \times 90° = 360°$

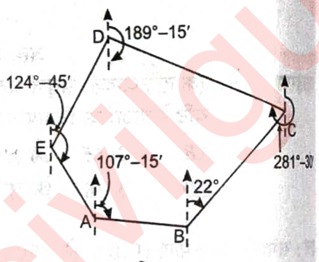
अतः **उपरोक्त गणनायें सही हैं।** उत्तर

उदाहरण 3.16 : एक बन्द चंक्रम *ABCDEA* की भुजाओं के दिक्मान निम्नलिखित हैं-

भुजा	अग्र दिक्मान	पश्च दिक्मान
AB	107° – 15′	287° – 15′
BC	22° – 0′	202° – 0′
CD	281° – 30′	101° – 30′
DE	189° – 15′	9° – 15′
EA	124° – 45′	304° – 45′

चंक्रम के आन्तरिक कोणों की गणना कीजिये और आवश्यक जाँच भी करें। (B.T.E.)

हल : अग्र दिक्मानों के आधार पर चंक्रम का खाका बनायें (चित्र 3.31)। खाका देखने से पता लगता है कि यह चंक्रम वामावर्त है।



चित्र 3.31

बड़े दिक्मान से छोटा दिक्मान घटायें। यदि अन्तर 180° से कम है तो यह भीतरी कोण है अन्यथा बाहरी। बाहरी कोण को 360° से घटाने पर भीतरी कोण प्राप्त होगा।

(i) अन्तर्गत कोण *A* के लिये—

रेखा *EA* का पश्च दिक्मान (B.B.) $= 304° - 45'$

रेखा *AB* का अग्र दिक्मान (F.B.) $= 107° - 15'$

$\overline{197° - 30'}$

यह 180° से अधिक है, अतः बाहरी कोण है।

अन्तर्गत कोण $= 360° - (197 - 30') =$ **162°—30′**

(ii) अन्तर्गत कोण *B* के लिये—

रेखा *AB* का B.B. $= 287° - 15'$

रेखा *BC* का F.B. $= 22° - 0'$

अन्तर $= \overline{265° - 15'}$ बाहरी कोण

∴ $360° - (265° - 15') =$ **94° – 45′**

(iii) अन्तर्गत कोण *C* के लिये—

रेखा *BC* का B.B. $= 202° - 0'$

रेखा *CD* का F.B. $= 281° - 30'$

अन्तर $= \overline{79° - 30'}$ (–) **= 79° – 30′**

केवल अन्तर ज्ञात करें। चिन्ह का महत्त्व यहाँ नहीं है।

(iv) अन्तर्गत कोण *D* के लिये—

रेखा *CD* का B.B. $= 101° - 30'$

रेखा *DE* F.B. $= 189° - 15'$

अन्तर $= \overline{87° - 45'}$ (–) **= 87° – 45′**

केवल अन्तर ज्ञात करें। चिन्ह का महत्त्व यहाँ नहीं है।

(v) अन्तर्गत कोण *E* के लिये—

रेखा *DE* का B.B. $= 9° - 15'$

रेखा *EA* का F.B. $= 124° - 45'$

अन्तर $= \overline{115° - 30'}$ (–) **= 115° – 30′**

केवल अन्तर ज्ञात करें। चिन्ह का महत्त्व नहीं है।

जाँच—$(162° - 30') + (94° - 45') + (79° - 30') + (87° - 45') + (115° - 30') = 540°$

पंच भुजाकार के कुल आन्तरिक कोण $= (2N - 4) \times 90°$

$= (2 \times 5 - 4) \times 90° = 540°$

अतः उपरोक्त गणनायें सही हैं। उत्तर

इस प्रश्न को निम्न प्रकार भी हल किया जाता है–

वामावर्त चंक्रम के लिये—

$\angle\alpha = F.B. - B.B. \pm 360°$ ...(सूत्र)

यहाँ $\angle\alpha$ = अन्तर्गत कोण

F.B. = अगली रेखा का अग्र दिक्मान

BB = पिछली रेखा का अग्र दिक्मान

$\angle A = (107° - 15') - (304° - 45') \pm 360° =$ **162° – 30′**

$\angle B = (22° - 0') - (287° - 15') \pm 360° =$ **94° – 45′**

$\angle C = (281° - 30') - (202° - 0') \pm 360° =$ **79° – 30′**

(धनात्मक मान के लिये यदि 360° जोड़ते है तो यह कोण सम्भव नहीं। अतः इसमें कुछ नहीं जोड़ा जायेगा।)

$\angle D = (189° - 15') - (101° - 30') \pm 360° =$ **87° – 45′**

$\angle E = (124° - 45') - (9° - 15') \pm 360° =$ **115° – 30′** उत्तर

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

उदाहरण 3.17 : एक चंक्रम *ABCDEA* की भुजाओं के दिक्मान निम्न हैं—

भुजा	अग्र दिक्मान	पश्च दिक्मान
AB	150° – 30′	329° – 45′
BC	78° – 0′	256 – 30′
CD	42° – 30′	223 – 45′
DE	315° – 45′	134° – 15′
EA	220° – 15′	40′ – 15′

चंक्रम के भीतरी कोणों की गणना कीजिये तथा त्रुटि, यदि कोई हो, तो उसका सुधार कीजिये।

हल : यह एक **वामावर्त चंक्रम** है—

अत: $\angle\alpha = F.B. - B.B. \pm 360°$ ...(सूत्र)

जहाँ $\angle\alpha$ = अन्तर्गत कोण

F.B. = अगली रेखा का अग्र दिक्मान

B.B. = पिछली रेखा का अग्र दिक्मान

∴ $\angle A = (150° - 30') - (40° - 15') \pm 360° = \mathbf{110° - 15'}$

$\angle B = (78° - 0') - (329° - 45') \pm 360° = \mathbf{108° - 15'}$

$\angle C = (42° - 30') - (256° - 30') \pm 360° = \mathbf{146° - 0'}$

$\angle D = (315° - 45') - (223° - 45') \pm 360° = \mathbf{92°}$

$\angle E = (220° - 15') - (134° - 15') \pm 360° = \mathbf{86°}$

चंक्रम के अन्तर्गत कोणों का योग

$= (110 - 15') + (108° - 15') + 146° + 92° + 86° = 542° - 30'$

बहुभुजा के कोणों का सैद्धान्तिक योग $= (2 \times 5 - 4) \times 90° = 540°$

त्रुटि $= (542° - 30') - (540°) = +2° - 30'$

∴ प्रतिकोण त्रुटि $= \dfrac{2° - 30'}{5} = +30'$

प्रत्येक कोण पर संशोधन $= -30'$

अत: संशोधित कोण—

$\angle A = (110° - 15') - (30') = \mathbf{109° - 45'}$

$\angle B = (108° - 15') - (30') = \mathbf{107° - 45'}$

$\angle C = (146°) - (30') = \mathbf{145° - 30'}$

$\angle D = (92°) - (30') = \mathbf{91° - 30'}$

$\angle E = (86°) - (30') = 85° - 30'$ उत्तर

(3.5) चंक्रम के दिक्मानों की गणना सम्बन्धी उदाहरण

उदाहरण 3.18 : एक त्रिकोणीय प्लाट *ABC* के आन्तरिक कोण निम्न हैं। $\angle A = 90°$, $\angle B = 30°$, $\angle C = 60°$। यदि भुजा *AB* का दिक्मान 70° हो तो शेष भुजाओं के दिक्मान ज्ञात कीजिये। (B.T.E.)

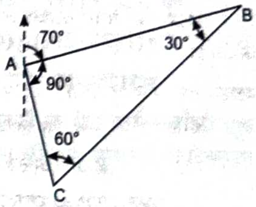
हल : चित्र 3.32 से स्पष्ट होता है कि यह चंक्रम दक्षिणावर्त है। अत:

$\angle\alpha = B - F \pm 180°$ ...(सूत्र)

जहाँ $\angle\alpha$ = अन्तर्गत कोण

B = पिछली रेखा का अग्र दिक्मान

F = अगली रेखा का अग्र दिक्मान



चित्र 3.32

(i) रेखा *AB* का दिक्मान = 70°

(ii) रेखा *BC* का दिक्मान

$\angle\alpha = B - F \pm 180°$

$30° = 70° - F \pm 180°$

∴ $F = 70° - 30° \pm 180°$

$= \mathbf{220°}$ उत्तर

(iii) रेखा *CA* का दिक्मान, $\angle\alpha = B - F \pm 180°$

$60° = 220° - F \pm 180°$

$F = 160° \pm 180°$

$= \mathbf{340°}$ उत्तर

जाँच—रेखा *AB* का दिक्मान, $\angle\alpha = B - F \pm 180°$

$90° = 340° - F \pm 180°$

∴ $F = 340° - 90 \pm 180°$

$= 70°$

अत: गणनायें सही हैं। उत्तर

उदाहरण 3.19 : एक दक्षिणावर्त चंक्रम *ABCDA* की रेखाओं के दिक्मान की गणना कीजिये, यदि— रेखा *CD* का दिक्मान $= 30° - 40'$

$\angle A = 98° - 56'$, $\angle B = 60° - 12'$

$\angle C = 106° - 37'$, $\angle D = 94° - 15'$ (B.T.E.)

हल : दक्षिणावर्त चंक्रम के लिये,

$\angle\alpha = B - F \pm 180°$

(i) रेखा *DA* का दिक्मान—

$94° - 15' = (30° - 40') - F \pm 180°$

∴ $F = (30° - 40') - (94° - 15') \pm 180°$

$= \mathbf{160° - 25'}$ उत्तर

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(ii) रेखा AB का दिक्मान—

$98° - 56' = (116° - 25') - F \pm 180°$

$\therefore\ F = (116° - 25') - (98° - 56') + 180°$

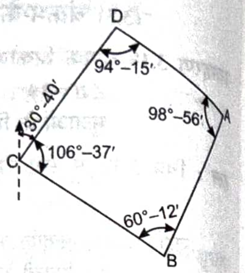
$= 197° - 29'$ **उत्तर**

(iii) रेखा BC का दिक्मान—

$60° - 12' = (197° - 29') - F \pm 180°$

$\therefore\ F = (197° - 29') - (60° - 12') \pm 180°$

$= 317° — 17'$ **उत्तर**



चित्र 3.33

जाँच—रेखा CD का दिक्मान—

$\angle\alpha = B - F \pm 180°$

$106° - 27' = (317° - 17') - F \pm 180°$

$\therefore$ $F = 30° - 40'$, **अत: गणनायें सही हैं।**

उदाहरण 3.20 : बिन्दु A से शुरू करके एक वर्ग क्षेत्रफल $ABCD$ का सर्वेक्षण किया गया। रेखा AB का पूर्णवृत्त दिक्मान (W.C.B.) 50° – 25′ पाया गया। दूसरी रेखाओं के पूर्णवृत्त दिक्मान तथा चतुर्थांश दिक्मान ज्ञात कीजिये। *(B.T.E.)*

हल : क्योंकि चंक्रम $ABCD$ एक वर्ग है अत: इसके सभी आन्तरिक कोण 90° के होंगे।

(i) रेखा AB का दिक्मान $= 50° - 25'$

यह चंक्रम दक्षिणावर्त है (चित्र 3.34)

अत: $\angle\alpha = B - F \pm 180°$ ...(सूत्र)

जहाँ $\angle\alpha$ = दो रेखाओं के अन्तर्गत कोण = 90°

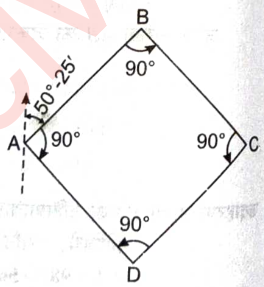
B = पिछली रेखा का अग्र दिक्मान

F = अगली रेखा का अग्र दिक्मान

(ii) रेखा BC का दिक्मान—

$90° = (50° - 25') - F \pm 180°$

$\therefore$ $F = 140° - 25'$



चित्र 3.34

(iii) रेखा CD का दिक्मान

$90° = (140° - 25') - F \pm 180°$

$\therefore$ $F = 230° - 25'$

(iv) रेखा DA का दिक्मान—

$90° = (230° - 25') - F \pm 180°$

$\therefore$ $F = 320° - 25'$

चतुर्थांश दिक्मान प्रणाली में मान—

रेखा	W.C.B.	R.B.
AB	50° – 25′	N 50° – 25′ E
BC	140° – 25′	S 39° – 35′ E
CD	230° – 25′	S 50 – 25′ W
DA	320° – 25′	N 39° – 35′ W

उत्तर

उदाहरण 3.21 : एक समपंच-भुजाकार (Regular Pentagon) क्षेत्र $ABCDE$ की एक भुजा AB का दिक्मान 280° है। भुजाकार की शेष भुजाओं के दिक्मान ज्ञात कीजिये।

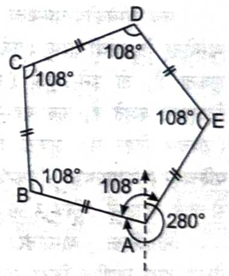
हल : समपंच भुजाकार के कुल आन्तरिक कोणों का जोड़

$= (2N - 4)\,90°$

जहाँ N = भुजाओं की संख्या है।

$= (2 \times 5 - 4)\,90° = 540°$

एक कोण का मान $= \frac{540°}{5} = 108°$



चित्र 3.35

(i) भुजा AB का दिक्मान $= 280°$

क्योंकि चंक्रम दक्षिणावर्त है, अत:

$\angle\alpha = B - F \pm 180°$ ...(सूत्र)

जहाँ $\angle\alpha$ = दो रेखाओं के मध्य का कोण = 180°

P = पिछली रेखा का अग्र दिक्मान

F = अगली रेखा का अग्र दिक्मान

(ii) भुजा BC का दिक्मान, $108° = 280° - F \pm 180°$

$F = 352°$

(iii) भुजा CD का दिक्मान, $108° = 352° - F \pm 180°$

$\therefore$ $F = 64°$,

यहाँ (−180°) लिया गया है क्योंकि किसी रेखा का दिक्मान 360° से अधिक नहीं हो सकता।

(iv) भुजा DE का दिक्मान, $108° = 64° - F \pm 180°$

$F = 136°$

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(v) भुजा EA का दिक्मान, $108° = 136° - F \pm 180°$

$\therefore$ $F = 208°$

जाँच—भुजा AB का दिक्मान, $108° = 208° - F \pm 180°$

$F = 280°$, जो सही हैं।

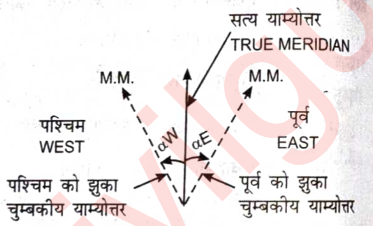
$\therefore$ **रेखा AB का दिक्मान $= 280°, BC = 352°, CD = 64°, DE = 136°$ तथा $EA = 208°$** **उत्तर**

(III) चुम्बकीय दिक्पात (MAGNETIC DECLINATION)

§ 3.21. दिक्पात (Declination) :

ऐसा देखा गया है कि कुछ स्थानों को छोड़कर, पृथ्वी की अन्य जगहों पर चुम्बकीय याम्योत्तर (Magnetic Meridian), भौगोलिक याम्योत्तर (True Meridian) से ठीक मेल (Coincide) नहीं खाता है। इसका कारण पृथ्वी पर चुम्बकीय बलों की दिशा में भिन्नता होना बताया जाता है। अत: चुम्बकीय याम्योत्तर सत्य याम्योत्तर के **दायीं** अथवा **बायीं** तरफ झुक जाता है। चुम्बकीय याम्योत्तर, इस प्रकार झुक कर भौगोलिक याम्योत्तर से जो **क्षैतिज कोण** (Horizontal Angle) बनाता है, उसे **चुम्बकीय दिक्पात** अथवा **दिक्पात** कहते हैं।

जब चुम्बकीय याम्योत्तर, भौगोलिक याम्योत्तर के **दायीं** तरफ (पूर्व दिशा में) झुकता है, तो इसे **पूर्वी (धनात्मक) दिक्पात** कहते हैं, जब यह **बायीं** ओर (पश्चिम दिशा में) झुकता है, तो इसे **पश्चिमी (ऋणात्मक) दिक्पात** के नाम से जाना जाता है (चित्र 3.36)।



चित्र 3.36—चुम्बकीय दिक्पात

भौगोलिक याम्योत्तर खगोलिक प्रेक्षण द्वारा स्थापित किया जाता है और चुम्बकीय याम्योत्तर किसी भी दिक्सूचक से ज्ञात कर लिया जाता है। इन दोनों का कोणीय अन्तर ही चुम्बकीय दिक्पात कहलाता है। दोपहर (Noon) में सूर्य ठीक भौगोलिक याम्योत्तर में होता है।

चुम्बकीय दिक्पात का मान सदा एक समान नहीं रहता है। पृथ्वी के अलग-अलग स्थानों पर तथा एक ही जगह पर भी भिन्न-भिन्न समयों में बदलता रहता है। दिक्पात के मान में इस प्रकार परिवर्तन को **दिक्पात विचरण** (Variation in Declination) कहते हैं।

सभी महत्त्वपूर्ण सर्वेक्षण तथा भूकर सम्बन्धी स्थायी नक्शे भौगोलिक याम्योत्तर के सन्दर्भ में तैयार किये जाते हैं। इसलिये चुम्बकीय दिक्पात ज्ञात करना आवश्यक हो जाता है। विभिन्न देशों में दिक्पात दर्शाने वाले चार्ट बनाये गये हैं।

यहाँ पर यह स्पष्ट करना जरूरी है कि **चुम्बकीय दिक्पात** (Magnetic Declination) और **चुम्बकीय नमन** (नति) (Magnetic Dip) में अन्तर है। चुम्बकीय दिक्पात में कम्पास की सुई का भौगोलिक याम्योत्तर से भटक जाना है, जबकि चुम्बकीय नमन में सुई का ठीक क्षैतिज न रहकर, ध्रुवों की तरफ इसके सिरे का नीचे को झुक जाना है (देखें अनुच्छेद 3.5)।

(a) शून्य दिक्पाती रेखा (Agonic Lines)—यह वह काल्पनिक रेखा है, जिस पर पड़ने वाले बिन्दुओं का **चुम्बकीय दिक्पात शून्य (Zero) होता** है। वर्तमान में यह रेखा मैचिगन, इण्डीयाना व दक्षिणी केरोलीना स्थानों से पारित होती है।

(b) सम दिक्पाती रेखा (Isogonic Line)—जिन स्थानों पर चुम्बकीय दिक्पात का मान समान है, उन स्थानों को मिलाने वाली काल्पनिक रेखा, **समदिक्पाती रेखा** कहलाती है। पृथ्वी का चुम्बकत्व सभी स्थानों पर समानरूपी नहीं है, अत: समदिक्पाती रेखायें उत्तर-दक्षिण से निकलती एक पूर्ण वृहत वृत्त (Great Circle) नहीं बनाती हैं।

§ 3.22. दिक्पात विचरण (Variations in Magnetic Declination) :

प्रेक्षणों से ज्ञात हुआ है कि किसी बिन्दु पर चुम्बकीय दिक्पात का मान सदा एक नहीं रहता है। यह समय, स्थान व मौसम के बदलने के साथ बदलता रहता है। यह सूर्य के समय के साथ भी बदल जाता है। विचरण का मान विषुवत रेखा के पास कम और ध्रुवों पर अधिक होता है। यह विचरण ग्रीष्म ऋतु में अधिक और शरद ऋतु में कम पाया गया है। अधिक ऊँचाई वाले स्थानों पर भी इसका मान अधिक पाया गया है। इसको **दिक्पात विचरण** कहते हैं। दिक्पात विचरण निम्न दो वर्गों में रखा गया है—

(a) नियमित विचरण (Regular Variations)

(b) अनियमित विचरण (Irregular Variations)

नियमित विचरण भी निम्न तीन प्रकार का होता है—

(i) दैनिक विचरण (Diurnal or Daily Variation)

(ii) वार्षिक विचरण (Annual Variation)

(iii) दीर्घकालिक विचरण (Secular Variation)

24 घण्टों के अन्दर होने वाले विचरण को दैनिक विचरण कहते हैं। विचरण का मान, रात में, दिन की अपेक्षा तथा प्रात: व सन्ध्या में, दोपहर की अपेक्षा कम होता है। एक वर्ष में होने वाले दिक्पात विचरण को वार्षिक विचरण कहा जाता है।

दैनिक तथा वार्षिक विचरण का मान एक ही स्थान पर बहुत कम होता है (1′ से 10′ तक), परन्तु दीर्घकालिक विचरण का मान पर्याप्त अधिक पाया गया है (10° से 30° तक पूर्व अथवा पश्चिम को)। यह दीवार घड़ी के लोलक (पेन्डुलम) की भाँति अपनी स्थिति बदलता है। इसका कला-काल (Phase Period) लगभग 250 वर्ष का होता है। आधे काल में एक दिशा (E or W) में भटककर शून्य पर लौट आता है और शेष आधे काल में विपरीत दिशा (W or E) में भटक कर पुन: शून्य पर आ जाता है। उदाहरण के तौर पर 1680 में पैरिस में चुम्बकीय दिक्पात 11° E था, जो 1820 में 22° W की ओर चला गया था, अर्थात् 140 वर्ष में दिक्पात का मान 33° बदल गया। अत: स्थायी सर्वेक्षण कार्यों में दीर्घकालीन विचरण पर विशेष ध्यान दिया जाता है।

अनियमित विचरण सौर धब्बों (Sun Spots), चुम्बकीय तूफानों (Magnetic Storms), पृथ्वी के चुम्बक बलों में विक्षोभ, भूकम्प, ज्वालामुखी फटने आदि कारणों से होता है। इसका मान एक समय में 1° से 2° तक होता है।

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

दिक्पात में विचरण को देखते हुये, स्थायी दिक्सूचक सर्वेक्षण नक्शों पर सर्वेक्षण तिथि तथा क्षेत्र में दिक्पात का मान व विचरण देना जरूरी है। सभी स्थायी भूकर नक्शे सत्य (भौगोलिक) दिक्पात के आधार पर ही बनाये जाते हैं।

§ 3.23. सत्य दिक्मान ज्ञात करना (Calculations of True Bearing) :

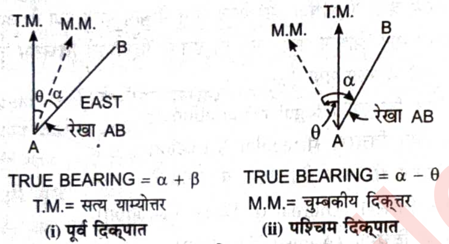
सत्य दिक्मान निम्न सूत्र से ज्ञात किया जाता है।

सत्य दिक्मान = चुम्बकीय दिक्मान ± दिक्पात
(True Bearing = Magnetic Bearing ± Declination)

...(सूत्र 3.7)

जब दिक्पात पूर्व में हो तो (+) चिन्ह लगायें, यदि पश्चिम में हो तो (–) चिन्ह का प्रयोग करें।

यह नियम पूर्णवृत्त दिक्पात प्रणाली के लिये है। समानीत दिक्मान प्रणाली के लिये चित्र बनाकर रेखा की स्थिति स्पष्ट करें।



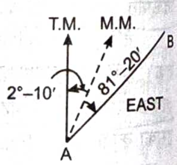
चित्र 3.37—सत्य दिक्पात ज्ञात करना

(3.6) चुम्बकीय दिक्पात सम्बन्धी उदाहरण

उदाहरण 3.22 : एक रेखा *AB* का चुम्बकीय दिक्मान 81° – 20′ है। रेखा का यथार्थ (सत्य) दिक्मान ज्ञात कीजिये, यदि

(i) चुम्बकीय दिक्पात 2°–10′ *E* हो।

(ii) चुम्बकीय दिक्पात 2°–10′ *W* हो।



चित्र 3.38

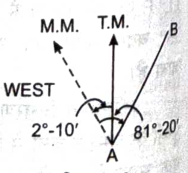
हल : (i) जब चुम्बकीय दिक्पात 2°–10′ *E* (पूर्व) है—

सत्य दिक्मान = चुम्बकीय दिक्मान ± दिक्पात ...(सूत्र)

क्योंकि दिक्पात पूर्व को है, अतः (धनात्मक) (+) चिन्ह लगेगा (चित्र 3.38)।

∴ सत्य दिक्मान = (81°–20′) + (2°–10′)

= **83° – 30′** **उत्तर**



चित्र 3.39

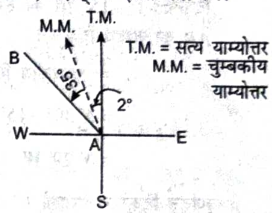
(ii) जब चुम्बकीय दिक्पात 2° – 10′ *W* (पश्चिम) है—

क्योंकि दिक्पात पश्चिम को है, अतः ऋणात्मक (–) चिन्ह लगेगा (चित्र 3.39)।

∴ सत्य दिक्मान = (81° – 20′) – (2° – 10′)

= **79° – 10′** **उत्तर**

उदाहरण 3.23 : एक रेखा का चुम्बकीय दिक्मान *N* 35° *W* है और उस स्थान पर चुम्बकीय दिक्पात 2° *W* है। रेखा का यथार्थ (True) दिक्मान ज्ञात कीजिये।



चित्र 3.40

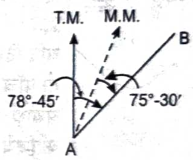
हल : सत्य दिक्मान = चुम्बकीय दिक्मान ± दिक्पात ...(सूत्र)

रेखा का दिक्मान समानीत प्रणाली में दिया गया है, जिसके अनुसार रेखा तथा चुम्बकीय याम्योत्तर दोनों यथार्थ याम्योत्तर के पश्चिम में हैं, अतः सत्य दिक्मान

= *N* 35° *W* + 2° *W*

= ***N* 37° *W*** **उत्तर**

उदाहरण 3.24 : एक रेखा *AB* का यथार्थ तथा चुम्बकीय दिक्मान क्रमशः 78° – 45′ और 75° – 30′ है। उस स्थान पर चुम्बकीय दिक्पात ज्ञात कीजिये। *(B.T.E.)*



चित्र 3.41

हल : दिक्पात = यथार्थ दिक्मान – चुम्बकीय दिक्मान

= (78° – 45′) – (75° – 30′)

= **3° – 15′ पूर्व** **उत्तर**

उदाहरण 3.25 : एक रेखा का चुम्बकीय दिक्मान *S* 50° – 45′ *W* है तथा दिक्पात 3° – 45′ है। रेखा का यथार्थ दिक्मान ज्ञात कीजिये। *(B.T.E.)*

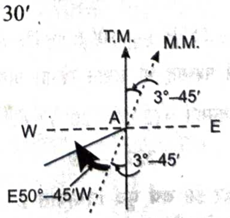
हल : चुम्बकीय दिक्मान सदा चुम्बकीय याम्योत्तर से मापा जाता है।

यथार्थ दिक्मान = चुम्बकीय दिक्मान ± दिक्पात

क्योंकि दिक्पात पूर्व को है, अतः (+) चिन्ह लगेगा।

यथार्थ दिक्मान = (50° – 45′) + (3° – 45′)

= 54° – 30′



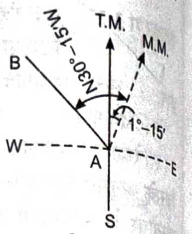
चित्र 3.42

अतः समानीत दिक्मान ***S* 54° – 30′ *W*** **उत्तर**

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

उदाहरण 3.26 : रेखा AB का चुम्बकीय दिक्मान $N\ 30° - 15'\ W$ है। यदि इस स्थान पर दिक्पात $1° - 15'\ E$ हो, तो रेखा का यथार्थ दिक्मान चतुर्थांश तथा पूर्णवृत्त प्रणाली में ज्ञात कीजिये।

हल : रेखा AB का समानीत दिक्मान $N\ 30° - 15'\ W$ है, जबकि दिक्पात $1° - 15'$ पूर्व को है। अत: चित्र के अनुसार, रेखा AB का यथार्थ दिक्मान



चित्र 3.43

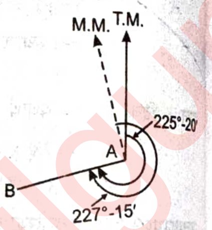
= चुम्बकीय दिक्मान − दिक्पात

$= N\ 30° - 15'\ W - (1° - 15')$

$= N\ 29°\ W$ **उत्तर**

पूर्णवृत्त दिक्मान प्रणाली में $= 360° - 29° = $ **331°** **उत्तर**

उदाहरण 3.27 : एक रेखा AB का यथार्थ दिक्मान $225° - 20'$ और चुम्बकीय दिक्मान $227° - 15'$ है। उस स्थान पर चुम्बकीय दिक्पात ज्ञात कीजिये यदि दिक्पात का वार्षिक विचरण $2'$ पूर्व हो तो पाँच वर्ष के पश्चात् उस स्थान पर रेखा के यथार्थ तथा चुम्बकीय दिक्मान भी ज्ञात कीजिये।



चित्र 3.44

हल : चुम्बकीय दिक्मान $= 227° - 15'$

यथार्थ दिक्मान $= 225° - 20'$

दिक्पात $= \overline{1° - 55'}$

चित्र देखने से स्पष्ट है कि चुम्बकीय याम्योत्तर पश्चिम की ओर झुका है। अत: दिक्पात $1° - 55'\ W$ है। **उत्तर**

दिक्पात में वार्षिक विचरण $= 2'\ E$

पाँच वर्ष बाद कुल विचरण $= 2 \times 5 = 10'\ E$

उस स्थान पर पाँच वर्ष बाद चुम्बकीय दिक्पात—

$= (1° - 55'\ W) - (10'\ E) = 1° - 45'\ W$

यथार्थ दिक्मान पाँच वर्ष पश्चात् भी समान रहेगा। अर्थात् $225° - 20'$

∴ रेखा का चुम्बकीय दिक्मान $= (225° - 20') + (1° - 45')$

$= $ **227° − 05'** **उत्तर**

उदाहरण 3.28 : एक स्थान पर 50 वर्ष पूर्व दिक्पात $2° - 15'\ W$ था। वर्तमान दिक्पात $1° - 30'\ E$ है। यदि उस क्षेत्र से एक रेखा का पुराना चुम्बकीय दिक्मान 153° था तो वर्तमान चुम्बकीय दिशा कोण ज्ञात कीजिये। *(B.T.E.)*

हल : पचास वर्ष पूर्व चुम्बकीय दिक्पात $= 2° - 15'\ W$

तथा रेखा का चुम्बकीय दिक्मान $= 153°$

पचास वर्ष पूर्व रेखा का यथार्थ दिक्मान

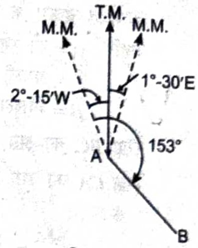
$= 153° - (2° - 15')$

$= 150° - 45'$

वर्तमान चुम्बकीय दिक्मान

$= (150° - 45') - (1° - 30')$

$= $ **149° − 15'** **उत्तर**



चित्र 3.45

उदाहरण 3.29 : सन् 1975 में एक रेखा PQ का चुम्बकीय दिक्मान $N\ 18° - 30'\ W$ था, जबकि चुम्बकीय दिक्पात (विचलन) $4° - 50'\ E$ था। उसी स्थान पर सन् 1980 में चुम्बकीय दिक्पात $3° - 5'\ W$ है। रेखा का यथार्थ दिक्मान ज्ञात कीजिये। उसका सन् 1980 में चुम्बकीय दिक्मान क्या था? दिक्मानों का मान पूर्णवृत्त प्रणाली में भी ज्ञात कीजिये। *(B.T.E.)*

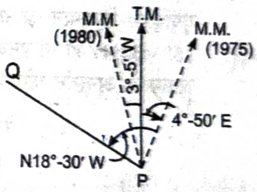
हल : चुम्बकीय दिक्मान सदा चुम्बकीय याम्योत्तर से मापा जाता है।

सन् 1975 में रेखा PQ (चित्र 3.46) का चुम्बकीय दिक्मान $= N\ 18° - 30'\ W$

∴ यथार्थ दिक्मान

$= N\ 18' - 30'\ W - (4° - 50'\ E)$

$= N\ 13' - 40'\ W$ तथा $346° - 20'$ **उत्तर**



चित्र 3.46

सन् 1980 में चुम्बकीय दिक्पात $= 3° - 5'\ W$

सन् 1980 में रेखा PQ का चुम्बकीय दिक्मान

$= N\ 13° - 40'\ W - (3° - 5'\ W)$

$= N\ 10° - 35'\ W$ अथवा **349° − 25'** **उत्तर**

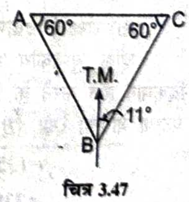
उदाहरण 3.30 : एक वामावर्त (Anti-Clockwise) दिक्सूचक चंक्रम $ABCD$ में सभी भुजायें बराबर हैं। भुजा BC का चुम्बकीय दिक्मान $15° - 30'$ है। यदि इस क्षेत्र में चुम्बकीय दिक्मान $4° - 30'\ W$ हो, तो चंक्रम की भुजाओं का यथार्थ (सत्य) दिक्मान ज्ञात कीजिये। **(B.T.E.)**

हल : यथार्थ दिक्मान = चुम्बकीय दिक्मान ± दिक्पात

क्योंकि दिक्पात पश्चिम में है, इसलिये (–) चिन्ह लगेगा।

∴ यथार्थ दिक्मान $= (15° - 30') - (4° - 30')$

$= 11°$



चित्र 3.47

क्योंकि चंक्रम की तीनों भुजायें बराबर हैं, अत: यह एक समबाहु त्रिभुज है। इसका प्रत्येक भीतरी कोण 60° होगा।

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

वामावर्त चंक्रम के लिये— $\angle\alpha = F - B \pm 180^\circ$

जहाँ $\angle\alpha$ = दो रेखाओं का अन्तर्गत कोण

F = अगली रेखा का अग्र दिक्मान

B = पिछली रेखा का अग्र दिक्मान

रेखा BC का अग्र दिक्मान $= 11^\circ$

रेखा CA का अग्र दिक्मान, $\angle\alpha = F - B \pm 180^\circ$

$$60^\circ = F - B \pm 180^\circ$$
$$F = 60^\circ + B \pm 180^\circ$$
$$= 60^\circ + 11^\circ \pm 180^\circ$$
$$= \mathbf{251^\circ}$$

रेखा AB का अग्र दिक्मान, $\angle\alpha = F - B \pm 180^\circ$

$$60^\circ = F - 251^\circ \pm 180^\circ$$
$$\therefore F = 251^\circ + 60^\circ \pm 180^\circ$$
$$= \mathbf{131^\circ}$$

उदाहरण 3.31 : एक बन्द चंक्रम $ABCDA$ की भुजाओं के दिक्मान निम्नलिखित हैं। इ... पूर्णवृत्त दिक्मान प्रणाली में परिवर्तित कीजिये। यदि चुम्बकीय दिक्... $15^\circ - 30'$ W हो तो इनके यथार्थ (True) दिक्मान भी ज्ञात करें। चंक्रम के अन्तर्गत कोणों की गणना भी करें तथा आवश्यक जाँच लगायें।

रेखा	चुम्बकीय दिक्मान
AB	$N\ 6^\circ - 2'\ W$
BC	$S\ 82^\circ - 10'\ E$
CD	$S\ 2^\circ - 38'\ W$
DA	$N\ 84^\circ - 40'\ W$

हल : (a) पूर्णवृत्त प्रणाली (W.C.B.) में दिक्मान—

रेखा AB, R.B. $= N\ 6^\circ - 2'\ W$, W.C.B. $= 360^\circ - (6^\circ - 2') = \mathbf{353^\circ - 58'}$

रेखा BC, R.B. $= S\ 82^\circ - 10'\ E$, W.C.B. $= 180^\circ - (82^\circ - 10') = \mathbf{97^\circ - 50'}$

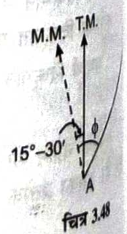
रेखा CD, R.B. $= S\ 2^\circ - 38'\ W$, W.C.B. $= 181^\circ + (2^\circ - 38') = \mathbf{182^\circ - 38'}$

रेखा DA, R.B. $= N\ 84^\circ - 40'\ W$, W.C.B. $= 360^\circ - (84^\circ - 40') = \mathbf{275^\circ - 20'}$

(b) यथार्थ दिक्मान—

चूँकि चुम्बकीय सुई का दिक्पात W को है, अतः यथार्थ दिक्मान ज्ञात करने के लिये $15^\circ - 30'$ सभी पूर्णवृत्त दिक्मानों से घटाया जायेगा। रेखा AB का यथार्थ दिक्मान

$$= (353^\circ - 58') - (15^\circ - 30')$$
$$= \mathbf{338^\circ - 28'}$$



चित्र 3.48

इसी प्रकार रेखा BC का यथार्थ दिक्मान $= \mathbf{82^\circ - 20'}$

रेखा CD का यथार्थ दिक्मान $= \mathbf{167^\circ - 8'}$

रेखा DA का यथार्थ दिक्मान $= \mathbf{259^\circ - 50'}$

(c) अन्तर्गत कोण–

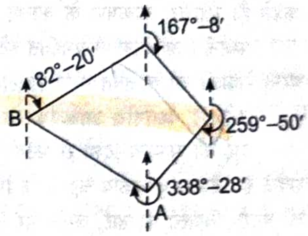
क्योंकि चंक्रम दक्षिणावर्त है, अतः $\angle\alpha = B - F \pm 180^\circ$ ...(सूत्र)

यहाँ—$\angle\alpha$ = अन्तर्गत कोण

B = पिछली रेखा का अग्र दिक्मान

F = अगली रेखा का अग्र दिक्मान

$$\therefore \angle A = (259^\circ - 50') - (338^\circ - 28') \pm 180^\circ$$
$$= \mathbf{101^\circ - 22'}$$



चित्र 3.49

$$\angle B = (338^\circ - 28') - (82^\circ - 20') \pm 180^\circ$$
$$= \mathbf{76^\circ - 8'}$$
$$\angle C = (82^\circ - 20') - (167 - 8') \pm 180^\circ$$
$$= \mathbf{95^\circ - 12'}$$
$$\angle D = (167^\circ - 8') - (259^\circ - 50') \pm 180^\circ$$
$$= \mathbf{87^\circ - 18'}$$

(d) जाँच—कुल अन्तर्गत कोणों का जोड़ $= (2N - 4)$ समकोण। यहाँ $N = 4$ भुजायें हैं।

$$\therefore (2 \times 4 - 4) \times 90^\circ = 360^\circ$$

$$\angle A + \angle B + \angle C + \angle D = (101^\circ - 22') + (76^\circ - 8') + (95^\circ - 12') + (87^\circ - 18') = 360^\circ$$

अतः उपरोक्त गणनायें सही हैं।

सभी परिणामों को सारिणी के रूप में रखते हुये—

रेखा	चुम्बकीय दिक्मान	यथार्थ दिक्मान	अन्तर्गत कोण
AB	$353^\circ - 58'$	$338^\circ - 28'$	$\angle A = 101^\circ - 22'$
BC	$97^\circ - 50'$	$82^\circ - 20'$	$\angle B = 76^\circ - 8'$
CD	$182^\circ - 38'$	$167^\circ - 8'$	$\angle C = 95^\circ - 12'$
DA	$275^\circ - 10'$	$259^\circ - 50'$	$\angle D = 87^\circ - 18'$

उत्तर

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(IV) स्थानीय आकर्षण (LOCAL ATTRACTION)

§ 3.24 स्थानीय आकर्षण (Local Attraction) :

चुम्बकीय सुई को अपनी स्वच्छन्द एवं मुक्त अवस्था में सदा चुम्बकीय याम्योत्तर में बना रहना चाहिये, परन्तु कुछ क्षेत्रों में कभी-कभी यह बाहरी आकर्षण बलों के कारण, चुम्बकीय याम्योत्तर से थोड़ा इधर-उधर भटक जाती है। सुई के इस प्रकार भटकने को **स्थानीय आकर्षण** कहते हैं। स्थानीय आकर्षण के कारण दिक्मान शुद्ध प्राप्त नहीं होते हैं।

स्थानीय आकर्षण से प्रभावित स्टेशन पर पश्च व अग्र दोनों दिक्मान में त्रुटि आ जाती है, परन्तु रेखाओं का अन्तर्गत कोण (Included Angle) त्रुटि से मुक्त रहता है।

3.24-1. स्थानीय आकर्षण के कारण (Causes of Local Attraction) :

सुई को सामान्य दिशा से भटकाने वाले बाहरी आकर्षण बल प्राकृतिक अथवा कृत्रिम हो सकते हैं, जैसे—चुम्बकीय चट्टानों के पिण्ड, लौह अयस्क (Iron Ores), इस्पात का भवन, रेल की पटरी, बिजली का तार, जमीन पर बिछे लोहे के पाइप, लोहे के खम्भे, लोहे का पेन, चाकू, बटन, कंगन, चाबियों का गुच्छा, जरीब, सुएँ, इस्पात का फीता, कुल्हाड़ी इत्यादि।

स्थानीय आकर्षण के प्रभाव से दिक्सूचक उपकरण को मुक्त रखने के लिये, इसे ऐसे क्षेत्र से पर्याप्त दूरी पर स्थापित करना चाहिये और सर्वेक्षक को भी लौह वस्तुयें अपने पास से हटा देनी चाहियें।

3.24-2. स्थानीय आकर्षण की जाँच (Detection of Local Attraction) :

किसी सर्वेक्षण स्टेशन पर स्थानीय आकर्षण का पता लगाने के लिये, क्षेत्र में स्थित सर्वेक्षण रेखा के अग्र और पश्च दिक्मान ज्ञात करके, दोनों का अन्तर निकालना चाहिये। यदि यह अन्तर ठीक 180° है तब उस स्थान पर कोई स्थानीय आकर्षण नहीं है। यदि अन्तर इससे कम/ज्यादा है, तो रेखा के एक अथवा दोनों सिरों (स्टेशनों) पर स्थानीय आकर्षण है (यदि उपकरण या प्रेक्षण की कोई त्रुटि नहीं है)। अन्तिम निर्णय पर पहुँचने के लिये एक बार फिर से रेखा के दिक्मान ज्ञात कर लेने चाहियें।

§ 3.25. स्थानीय आकर्षण से प्रभावित दिक्मानों का संशोधन (Corrections for Local Attraction) :

एक स्टेशन पर स्थायी आकर्षण का मान व दिशा, इस स्टेशन पर लिये गये सभी दिक्मानों के लिये समान रहती है। स्थायी आकर्षण के विलोपन की निम्न दो विधियाँ हैं—

प्रथम विधि—इस विधि में प्रत्येक स्टेशन पर स्थानीय आकर्षण के कारण उत्पन्न त्रुटि का मान ज्ञात किया जाता है। जिन स्टेशनों पर स्थानीय आकर्षण नहीं है, अर्थात् अग्र और पश्च दिक्मानों का अन्तर ठीक 180° है, उनको आधार मानकर अन्य रेखाओं के दिक्मानों को संशोधित किया जाता है।

द्वितीय विधि—किसी स्टेशन पर मिलने वाली दो रेखाओं के प्रेक्षित दिक्मान तो स्थानीय आकर्षण के कारण गलत हो सकते हैं, परन्तु उन रेखाओं का अन्तर्गत कोण (Included Angle) इससे प्रभावित नहीं होता है। अतः प्रत्येक स्टेशन पर रेखाओं के अन्तर्गत कोण निकाल लिये जाते हैं।

बन्द चंक्रम में अन्तर्गत कोणों का जोड़ = $(2N - 4)$ समकोण होता है (यहाँ N भुजाओं की संख्या है)। यदि यह जाँच ठीक नहीं बैठती है तो प्रेक्षण या उपकरण त्रुटि हो सकती है, जिसकी पुनः जाँच की जाती है अथवा सभी स्टेशनों पर त्रुटि बराबर-बराबर बाँट दी जाती है।

इसके बाद ऐसी सर्वेक्षण रेखा ली जाती है, जिसके अग्र और पश्च दिक्मानों का अन्तर ठीक 180° है। इस रेखा को आधार बनाकर तथा अन्तर्गत कोणों की सहायता से अन्य रेखाओं के सही दिक्मानों की गणना कर ली जाती है।

स्थानीय आकर्षण से प्रभावित दिक्मानों का संशोधन निम्न उदाहरणों से स्पष्ट किया गया है।

संशोधन का नियम—किसी स्टेशन पर यदि रेखा का प्रेक्षित दिक्मान उसके संशोधित दिक्मान से अधिक है तो यह (+ve) त्रुटि कहलाती है और इसका संशोधन (–ve) में किया जाता है। यदि विपरीत दिक्मान हैं तो उपरोक्त त्रुटि के चिन्ह बदल जाते हैं।

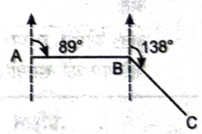
अग्र तथा पश्च दिक्मानों में प्रेक्षण के कारण त्रुटि 15′ (डिग्री का चतुर्थांश) से अधिक नहीं होनी चाहिये। यदि किसी सर्वेक्षण रेखा के दिक्मानों में इससे अधिक त्रुटि (अन्तर) है तो प्रेक्षण पुनः करने चाहियें। यदि तब भी त्रुटि बनी रहती है, तो स्थानीय आकर्षण विद्यमान है। तब दिक्मानों का संशोधन करना आवश्यक है।

चंक्रम की भुजाओं की लम्बाई जितनी अधिक सम्भव हो, रखनी चाहिये। छोटी तथा बार-बार दिशा बदलने वाली रेखाओं के दिक्मान लेने में त्रुटि की सम्भावना अधिक रहती है।

(3.7) स्थानीय आकर्षण सम्बन्धी उदाहरण

उदाहरण 3.32 : एक बिन्दु पर मिलने वाली दो रेखाओं AB तथा BC के दिक्मान निम्न हैं– रेखा AB का शुद्ध दिक्मान = $N\ 89°\ E$, रेखा BA का प्रेक्षित दिक्मान = $S\ 78°\ W$, रेखा BC का शुद्ध दिक्मान = $S\ 42°\ E$ । रेखा BC का शुद्ध दिक्मान तथा अन्तर्गत कोण ABC का मान ज्ञात कीजिये। (B.T.E.)

हल : सभी समानीत दिक्मानों (R.B.) को पूर्णवृत्त दिक्मानों (W.C.B.) में परिवर्तित करने पर—



चित्र 3.50

रेखा AB का शुद्ध दिक्मान = 89°

रेखा BA का प्रेक्षित दिक्मान $180° + 78° = 258°$

रेखा BC का प्रेक्षित दिक्मान $= 180° - 42° = 138°$

क्योंकि एक रेखा के अग्र और पश्च दिक्मानों में ठीक 180° का अन्तर होता है, अतः रेखा BA का शुद्ध दिक्मान $= 89° + 180° = 269°$ होगा। जबकि यह 258° प्रेक्षित किया गया है। अतः स्टेशन B पर लिये गये दिक्मानों में त्रुटि (–) 11° है और संशोधन (+) 11° का किया जायेगा।

∴ रेखा BC का शुद्ध दिक्मान $= 138° + 11°$

$= 149°$

पुनः समानीत दिक्मान प्रणाली में लाने पर

$= S\ (180° - 149°)\ E = \mathbf{S\ 31°\ E}$ उत्तर

∴ $\angle ABC = 269° - 149° = \mathbf{120°}$ उत्तर

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

उदाहरण 3.33 : एक चंक्रम *ABCDEA* के दिक्सूचक द्वारा निम्न दिक्मान लिये गये हैं।

रेखा	अग्र दिक्मान	पश्च दिक्मान
AB	74°	254°
BC	91°	271°
CD	166°	343°
DE	177°	0°
EA	189°	9°

बताइये कहाँ स्थानीय आकर्षण की शंका है? संशोधिक दिक्मानों की गणना कीजिये। (*B.T.E.*)

हल : प्रेक्षित दिक्मानों का निरीक्षण करने पर स्पष्ट है कि *AB*, *BC* तथा *EA* सर्वेक्षण रेखाओं के अग्र तथा पश्च दिक्मानों का अन्तर ठीक 180° है, अत: स्टेशन *A*, *B*, *C* तथा *E* स्थानीय आकर्षण से मुक्त हैं। केवल स्टेशन *D* स्थानीय आकर्षण से प्रभावित है।

स्टेशन *C* क्योंकि स्थानीय आकर्षण से मुक्त है अत: रेखा *CD* का अग्र दिक्मान सही है।

∴ रेखा *CD* का संशोधित पश्च दिक्मान = 166 + 180 = 346°

रेखा *CD* प्रेक्षित पश्च दिक्मान = 343°

अत: स्टेशन *D* पर त्रुटि 3°

यह त्रुटि –ve है, अत: संशोधन +ve होगा (देखें अनुच्छेद 3.25)।

रेखा *DE* का संशोधित पश्च दिक्मान

= 180° – 180° = 0°

रेखा *DE* का प्रेक्षित पश्च दिक्मान = 0

अत: स्टेशन *E* पर त्रुटि = 0°

अत: स्टेशन *E* पर कोई त्रुटि नहीं है।

परिणाम को सारणी के रूप में रखने पर

रेखा	प्रेक्षित		स्टेशन पर संशोधन	संशोधित		टिप्पणी
	F. B.	B. B.		F. B.	B. B.	
AB	74°	254°	*A* पर 0	74°	254°	केवल स्टेशन *D* पर स्थानीय आकर्षण है। अन्य स्टेशन इससे मुक्त हैं।
BC	91°	271°	*B* पर 0	91°	271°	
CD	166°	343°	*C* पर 0	166°	346°	
DE	177°	0°	*D* पर +3°	180°	0°	
EA	198°	9°	*E* पर 0	189°	9°	

उत्तर

उदाहरण 3.34 : एक बन्द चंक्रम *ABCDA* के चारों ओर दिक्सूचक सर्वेक्षण किया गया और निम्न दिक्मान प्रेक्षित किये गये।

रेखा	अग्र दिक्मान	पश्च दिक्मान
AB	74°—30′	256°—10′
BC	107°—0′	286°—10′
CD	225°—10′	45°—10′
DA	306°—50′	126°—0′

स्थानीय आकर्षण से प्रभावित स्टेशन ज्ञात कीजिये तथा शुद्ध दिक्मान की गणना कीजिये। (*B.T.E.*)

हल : रेखाओं के पश्च तथा अग्र दिक्मानों का अन्तर निकालने पर पता चला कि रेखा *CD* के अग्र तथा पश्च दिक्मानों में ठीक 180° का अन्तर है। अत: स्टेशन *C* और *D* पर कोई स्थानीय आकर्षण नहीं था और स्टेशन *C* तथा *D* पर लिये गये प्रेक्षण सही हैं।

रेखा *DA* का अग्र दिक्मान 306° – 50′ भी सही है।

∴ रेखा *DA* का संशोधित पश्च दिक्मान = (306° – 50′) – 180°

= 126° – 50°

रेखा *DA* का प्रेक्षित पश्चत दिक्मान = 126° – 0′

अत: स्टेशन *A* पर त्रुटि = 0° – 50′

यह त्रुटि (–ve) है अत: स्टेशन *A* पर संशोधन (+) 0° – 50′ होगा (देखें अनुच्छेद 3.25)।

रेखा *AB* का संशोधित अग्र दिक्मान = (74° – 30′) + (0° – 50′)

= 75° – 20′

रेखा *AB* का संशोधित पश्च दिक्मान = 75° – 20′ + 180° = 255° – 20′

रेखा *AB* पर प्रेक्षित पश्च दिक्मान = 256° – 10′

अत: स्टेशन *B* पर त्रुटि = 0° – 50′

यह त्रुटि (+ve) है, अत: स्टेशन B पर संशोधन – (0° – 50′) होगा।

∴ रेखा *BC* का संशोधित अग्र दिक्मान = 107° – (0° – 50′)

= 106° – 10′

रेखा *BC* का संशोधित पश्च दिक्मान = (106° – 10′) + 180°

= 286° – 10′

यह प्रेक्षित दिक्मान के बराबर है, अत: उपरोक्त गणनायें सही हैं। संशोधित दिक्मान निम्न हैं—

रेखा	अग्र दिक्मान	पश्च दिक्मान
AB	75°—20′	255°—20′
BC	106°—10′	286°—10′
CD	255°—10′	45°—10′
DE	306°—50′	126°—50′

उत्तर

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

उदाहरण 3.35 : एक चंक्रम ABCDEA के निम्न दिक्मान लिये गये हैं। स्थानीय आकर्षण के लिये, जहाँ आवश्यक हो, इन्हें संशोधित कीजिये।

रेखा	अग्र दिक्मान	पश्च दिक्मान
AB	80°	260°
BC	90°	269°
CD	120°	301°
DE	200°	18°
EA	318°	140°

(B.T.E.)

हल : प्रेक्षित दिक्मानों का निरीक्षण करने पर ज्ञात है कि रेखा AB के अग्र तथा पश्च दिक्मानों में ठीक 180° का अन्तर है। अतः स्टेशन A और B स्थानीय आकर्षण से मुक्त हैं और इन पर प्रेक्षित दिक्मान सही हैं। अतः BC का अग्र दिक्मान भी सही है।

∴ BC का संशोधित पश्च दिक्मान $= 90° + 180 = 270°$

BC पर प्रेक्षित पश्च दिक्मान $= 269°$

स्टेशन C पर त्रुटि $= 1°$

यह त्रुटि (–ve) है, अतः संशोधन (+ve) होगा।

∴ CD का संशोधित अग्र दिक्मान $= 120° + 1° = 121°$

CD का संशोधित पश्च दिक्मान $= 121° + 180° = 301°$

CD का प्रेक्षित पश्च दिक्मान $= 301°$

स्टेशन D पर त्रुटि = शून्य

DE के अग्र दिक्मान में भी कोई त्रुटि नहीं है।

DE का संशोधित पश्च दिक्मान $200° - 180° = 20°$

DE पर प्रेक्षित दिक्मान $= 18°$

स्टेशन E पर त्रुटि $= 2°$

यह त्रुटि (–ve) है। अतः संशोधन (+ve) होगा।

EA का संशोधित अग्र दिक्मान $= 318° + 2° = 320°$

EA का संशोधित पश्च दिक्मान $= 320° - 180° = 140°$

यह प्रेक्षित दिक्मान के बराबर है। अतः उपरोक्त गणनायें सही हैं।

परिणाम–

रेखा	प्रेक्षित दिक्०		स्टेशन पर संशोधन	संशोधित दिक्०		टिप्पणी
	F. B.	B. B.		F. B.	B. B.	
AB	80°	260°	A पर 0	80°	260°	
BC	90°	269°	B पर 0	90°	270°	
CD	120°	301°	C पर +1°	121°	301°	स्टेशन A और B स्थानीय आकर्षण से मुक्त हैं।
DE	200°	18°	D पर 0	200°	20°	
EA	318°	140°	E पर +2°	320°	140°	

उत्तर

उदाहरण 3.36 : एक चंक्रम की भुजाओं के दिक्मान निम्न हैं—

रेखा	अग्र दिक्मान	पश्च दिक्मान
AB	45°—0′	226°—15′
BC	130°—30′	310°—0′
CD	184°—30′	4°—30′
DA	290°—0′	109°—15′

स्थानीय आकर्षण ज्ञात कीजिये तथा संशोधित दिक्मान की गणना करें। (A.M.I.E.)

हल : चंक्रम की भुजा CD के अग्र व पश्च दिक्मानों का अन्तर ठीक 180° है, अतः स्टेशन C व D स्थानीय आकर्षण से पूर्णतः मुक्त हैं। शेष स्टेशन A व B स्थानीय आकर्षण से प्रभावित हैं।

स्टेशन D पर कोई त्रुटि नहीं है।

DA का संशोधित पश्च दिक्मान $= 290° - 180° = 110°-0'$,

DA पर प्रेक्षित पश्च दिक्मान $= 109°-15$

स्टेशन A पर त्रुटि $= 0°-45'$

यह त्रुटि (– ve) है, अतः संशोधन (+ ve) होगा। अतः AB का संशोधित अग्र दिक्मान—

$= (45°-0') + (0°-45')$

$= 45°-45'$

AB का संशोधिध्त पश्च दिक्मान—

$= (45°-45') + 180° = 225°-45'$

स्टेशन C पर कोई त्रुटि नहीं है।

BC का संशोधित अग्र दिक्मान—

$= 310° - 180° = 130°-0'$

BC का प्रेक्षित अग्र दिक्मान $= 130°-30'$

$= 0°-30'$

यह त्रुटि (+ve) है, अतः संशोधित (–ve) होगा।

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

अत: BC का संशोधित अग्र दिक्मान,

$$=(130°-30') - (0° - 30')$$
$$=130° - 0'$$

संशोधित दिक्मान निम्न तालिका में दिये गये हैं—

रेखा	प्रेक्षित दिक्०		स्टेशन पर संशोधन	संशोधित दिक्०	
	F. B.	B. B.		F. B.	B. B.
AB	45°	226°—15′	+45′ A पर	45°—45′	225°—45′
BC	130°—30′	310°—0′	−30′ B पर	130°—0′	310°—0′
CD	184°—30′	4°—30′	C पर शून्य	184°—30′	4°—30′
DE	290°—0′	109°—15′	D पर शून्य	290°—0′	110°—0°

उत्तर

उदाहरण 3.37 : प्रभावित स्टेशनों पर आकर्षण के लिये संशोधन करते हुये चंक्रम के निम्नलिखित दिक्मानों को सही कीजिये—

रेखा	अग्र दिक्मान	पश्च दिक्मान
AB	N 16°—30′ E	S 16°—45′ W
BC	S 56°—15′ W	N 56°—0′ E
CD	S 80°—30′ E	N 80°—30′ W
DE	N 70°—10′ W	S 70°—45′ E

(B.T.E.)

हल : यह एक खुली चंक्रम है। चतुर्थांश दिक्मान प्रणाली में जिन रेखाओं के अग्र तथा पश्च दिक्मानों का आंकिक मान समान है (केवल दिशायें विपरीत हैं), उन रेखाओं से सम्बन्धित स्टेशनों पर कोई स्थानीय आकर्षण नहीं होता है। अत: प्रश्न में रेखा CD उपरोक्त शर्त का पालन करती है। अत: स्टेशन C और D स्थानीय आकर्षण से मुक्त हैं।

∴ रेखा DE का अग्र दिक्मान भी सही है।

रेखा DE का संशोधित पश्च दिक्मान $= S\ 70°-10'\ E$

पुन: —क्योंकि स्टेशन C स्थानीय आकर्षण से मुक्त है, अत: रेखा BC का पश्च दिक्मान सही है।

∴ रेखा BC का संशोधित अग्र दिक्मान $= S\ 56° - 0'\ W$

रेखा BC का प्रेक्षिप्त अग्र दिक्मान $= S\ 56° - 15'\ W$

स्टेशन B पर त्रुटि $= S\ 15'\ W$

यह त्रुटि (+ve) है। अत: संशोधन (−ve) होगा।

∴ रेखा AB का संशोधित पश्च दिक्मान

$$=(S\ 16° - 45'\ W) - (S\ 0° - 15'\ W)$$
$$=S\ 16° - 30'\ W$$

रेखा AB का अग्र दिक्मान भी $S\ 16° - 30'\ W$ है। अत: गणनायें सही हैं।

सही दिक्मान निम्न है—

रेखा	अग्र दिक्मान	पश्च दिक्मान
AB	N 16°—30′ E	S 16°—30′ W
BC	S 56°—0′ W	N 56°—0′ E
CD	S 80°—30′ E	N 80°—30′ W
DE	N 70°—10′ W	S 70°—10′ E

उत्तर

उदाहरण 3.38 : एक संवृत्त चंक्रम के निम्न दिक्मान लिये गये हैं।

रेखा	अग्र दिक्मान	पश्च दिक्मान
AB	32°	212°
BC	77°	262°
CD	112°	287°
DE	122°	302°
EA	265°	85°

किन-किन स्टेशनों पर स्थानीय आकर्षण का सन्देह है, बताइये? रेखाओं के शुद्ध दिक्मान ज्ञात करें, यदि उस स्थान पर चुम्बकीय दिक्पात 12° W है तो रेखाओं के यथार्थ अग्र कोण (चतुर्थांश दिक्मान प्रणाली में) ज्ञात कीजिये।

(B.T.E.)

हल : प्रश्न में दिये गये दिक्मानों को देखने से पता चलता है कि रेखा AB के अग्र तथा पश्च दिक्मानों का अन्तर ठीक 180° है। अत: स्टेशन A तथा B पर कोई स्थानीय आकर्षण नहीं है, और इन पर प्रेक्षित दिक्मान सही है।

आगे जाँच करने पर पता लगता है कि रेखा DE के अग्र तथा पश्च दिक्मानों का अन्तर भी ठीक 180° है। अत: स्टेशन D तथा E पर भी कोई स्थानीय आकर्षण नहीं है और इन पर प्रेक्षित दिक्मान सही हैं।

अत: स्थानीय आकर्षण के कारण त्रुटि केवल स्टेशन C पर है।

रेखा BC का अग्र दिक्मान सही है।

रेखा BC का संशोधित पश्च दिक्मान $= 77° + 180° = 257°$

रेखा BC का प्रेक्षित पश्च दिक्मान $= 262°$

स्टेशन C पर त्रुटि $= 5°$

यह त्रुटि (+ve) है, अत: संशोधन (−ve) होगा।

∴ रेखा CD का संशोधित अग्र दिक्मान $= 112° - 5° = 107°$

रेखा CD का संशोधित पश्च दिक्मान $= 107° + 180° = 287°$

यह प्रेक्षित दिक्मान के बराबर है। अत: उपरोक्त गणनायें सही हैं।

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

चुम्बकीय दिक्पात के लिये संशोधन—क्योंकि चुम्बकीय दिक्पात 12°*W* है, अर्थात् चुम्बकीय याम्योत्तर, यथार्थ याम्योत्तर से 12° पश्चिम में है, अतः सभी दिक्मान 12° कम हो जायेंगे।

रेखा	प्रेक्षित दिक्मान		स्थानीय आकर्षण से मुक्त दिक्मान		चुम्बकीय दिक्पात से मुक्त शुद्ध दिक्पात	
	F. B.	B. B.	F. B.	B. B.	F. B.	B. B.
AB	32°	212°	32°	212°	20°	200°
BC	77°	262°	77°	257°	65°	245°
CD	112°	287°	107°	287°	95°	275°
DE	122°	302°	122°	302°	110°	290°
EA	265°	85°	265°	85°	253°	73°

यथार्थ पूर्णवृत्त दिक्मानों को समानीत दिक्मानों में परिवर्तन करने पर—

रेखा	AB	BC	CD	DE	EA
अग्र दिक्मान	*N* 20° *E*	*N* 65° *E*	*S* 85° *E*	*S* 70° *E*	*S* 73° *W*
पश्च दिक्मान	*S* 20° *W*	*S* 65° *W*	*N* 85° *W*	*N* 70° *W*	*N* 73° *E*

उत्तर

(V) क्षेत्र सर्वेक्षण तथा चंक्रम अंकन (FIELD SURVEY & TRAVERSE PLOTTING)

§ 3.26. दिक्सूचक सर्वेक्षण कार्य (Compass Surveying) :

दिक्सूचक सर्वेक्षण के अन्तर्गत निम्न कार्य आते हैं—

(i) सर्वेक्षण मण्डली का गठन (Field Party),
(ii) उपकरण बटोरना (Equipments)
(iii) चंक्रमण (Traversing)
(iv) क्षेत्र पंजी भरना (Recording)
(v) चंक्रम का अंकन (Traverse Plotting)
(vi) त्रुटियाँ एवं परिशुद्धता (Errors & Accuracy in the Work)

§ 3.27. सर्वेक्षण मण्डली का गठन (Field Party) :

दिक्सूचक सर्वेक्षण में सर्वेक्षक के अतिरिक्त सामान्यतः तीन और कर्मीयों की आवश्यकता पड़ती है। सर्वेक्षण-रेखाओं के मापन के लिये दो जरीब वाला तथा स्टेशनों पर झण्डी लगाने, खूँटी गाड़ने तथा आरेखन दण्ड पकड़ने के लिये एक झण्डी वाला रखे जाते हैं।

सर्वेक्षक सभी रेखाओं के दिक्मान स्वयं लेगा और जरीब दूरियाँ व खसके नापन के लिये सहायकों को उचित निर्देश देगा। क्षेत्र पंजी में सभी अन्तराज भी सर्वेक्षक द्वारा किये जाते हैं।

§ 3.28. उपकरण (Equipment) :

दिक्सूचक चंक्रम सर्वेक्षण में जरीब सर्वेक्षण के लिये आवश्यक सभी उपकरणों, जैसे—जरीब, फीते, आरेखन दण्ड, खसका दण्ड, सुएँ, खूँटी इत्यादि के अतिरिक्त कम्पास (प्रिज्मी अथवा सर्वेक्षक) की आवश्यकता पड़ती है।

§ 3.29. चंक्रम का रूप निर्धारण (Shaping of Traverse) :

क्षेत्र को देखते हुये सर्वप्रथम यह निर्णय लिया जाता है कि चंक्रम बन्द प्रकार की होगी अथवा खुली। जब क्षेत्र सीमित है और प्रारम्भिक स्टेशन पर लौट कर आना सम्भव हो तो यह बन्द चंक्रम कहलायेगी। जब यह सम्भव न हो तो खुली चंक्रम डाली जाती है।

किसी नगर, बस्ती, झील, जंगल के लिये बन्द चंक्रम और नहर, सड़क, रेलमार्ग आदि के लिये खुली चंक्रम अपनायी जाती है।

§ 3.30. बन्द चंक्रम सर्वेक्षण (Closed Traverse Survey) :

सर्वेक्षण कार्य के चरण निम्न हैं—

(i) आवीक्षण तथा क्षेत्र-खाका बनाना,
(ii) स्टेशनों का निर्धारण तथा झण्डी गाड़ना,
(iii) सर्वे रेखाओं का दिक्मान मापन तथा जरीब कार्य
(iv) क्षेत्र जाँच।

वर्णन निम्न है—

(1) आवीक्षण (Reconnaissance)—प्रस्तावित क्षेत्र का मौके पर निरीक्षण करके तथा इसकी स्थलाकृति देखकर सर्वप्रथम यह निर्णय लिया जाता है कि बन्द अथवा खुली चंक्रम सर्वेक्षण उपयुक्त रहेगा। अब क्षेत्र में पैदल घूमकर मुख्य बिन्दुओं का ब्यौरा लगाया जाता है।

(2) खाका बनाना (Field Sketch)—आवीक्षण के आधार पर क्षेत्र का एक खाका (Rough Sketch) बनाया जाता है और इस पर स्टेशनों की स्थिति निर्धारित की जाती है। चंक्रम सर्वेक्षण में रेखाओं की लम्बाई अधिकतम परन्तु संख्या न्यूनतम रखनी चाहिये। इससे कार्य पर नियन्त्रण अच्छा रहता है।

(3) स्टेशनों का निर्धारण (Fixing Stations)—खाके के अनुसार अब मौके पर स्टेशन-बिन्दु चिन्हित किये जाते हैं। स्टेशनों पर लकड़ी की खूँटी गाड़कर उन पर क्रम संख्या अथवा वर्णमाला के अक्षर डाल दिये जाते हैं। दूर से पहचान के लिये स्टेशनों पर आरेखन दण्ड भी गाड़ दिये जाते हैं।

सर्वेक्षण स्टेशन क्षेत्र सीमा के निकट होने चाहियें तथा दो क्रमिक स्टेशन एक-दूसरे से दिखाई पड़ने चाहियें। स्टेशनों के बीच का क्षेत्र लगभग समतल होना चाहिये ताकि जरीब-मापन में दिक्कत न आये।

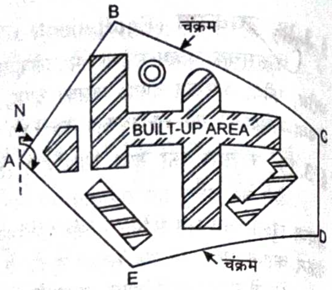
(4) दिक्मान तथा जरीब मापन (Observing Bearings and Chaining)—अब प्रथम स्टेशन *A* (चित्र 3.51) पर दिक्सूचक स्थापित करके रेखा *AB* का अग्र दिक्मान लिया जाता है और जरीब से स्टेशन *A* और *B* की बीच की दूरी नाप ली जाती है। स्टेशन *A* पर पश्च रेखा का पश्च दिक्मान तथा स्टेशन *A* (प्रथम स्टेशन) का चुम्बकीय याम्योत्तर (North) भी ज्ञात कर लिया जाता है।

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

इसी प्रकार पारी से सभी शृंखलाबद्ध सर्वेक्षण रेखाओं को लिया जाता है।

प्रत्येक सर्वेक्षण रेखा के अग्र और पश्च दिक्मान लिये जाते हैं। इससे किसी स्टेशन पर घटने वाले स्थानीय आकर्षण का भी पता चल जाता है। रेखा की लम्बाई नापते समय दायें-बायें खसके भी जरीब सर्वेक्षण की भाँति लिये जाते हैं।

सर्वेक्षण कार्य चंक्रम के दक्षिणावर्त (Clockwise) अथवा वामावर्त (Anti-clockwise), किसी भी दिशा की तरफ से बढ़ाया जा सकता है, परन्तु दक्षिणावर्त दिशा की तरफ बढ़ने पर आसानी रहती है।



चित्र 3.51—बन्द चंक्रम सर्वेक्षण

(5) क्षेत्र जाँच (Field Check)—बन्द चंक्रम सर्वेक्षण में निम्न दो त्रुटियाँ हो सकती हैं—

(i) रैखिक त्रुटि (Linear Error)

(ii) कोणीय त्रुटि (Angular Error)।

महत्त्वपूर्ण कार्यों में प्रत्येक सर्वेक्षण की लम्बाई की उल्टी दिशा पर चलते हुये (यदि पहले सर्वेक्षण कार्य दक्षिणावर्त किया है तो अब वामावर्त दिशा का अनुसरण करते हुये) जाँच करनी चाहिये। कोणीय माप की निम्न समीकरण से जाँच की जाती है—

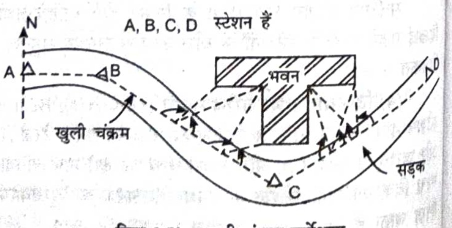
अन्तिम रेखा का अग्र दिक्मान ± 180° = इसी रेखा का पश्च दिक्मान (जो प्रथम स्टेशन पर लिया गया था)।

प्रत्येक रेखा के दिक्मान की भी कार्य के साथ-साथ जाँच की जाती है। इससे त्रुटि एकत्र नहीं हो पाती है। एक सर्वेक्षण रेखा के अग्र तथा पश्च दिक्मानों का अन्तर 180° होना चाहिये। यदि ऐसा नहीं है और त्रुटि सीमा से अधिक है तो दिक्मान पुनः लेना चाहिये। यदि फिर भी त्रुटि बनी रहती है तो अवश्य ही स्थानीय आकर्षण कारण हो सकता है।

§ 3.31. खुली चंक्रम का सर्वेक्षण (Open Traverse Survey) :

सर्वेक्षण कार्य के चरण निम्न हैं—

(1) दिक्मान मापन (Bearings)—आवीक्षण तथा स्टेशन निर्धारण का कार्य, बन्द चंक्रम की भाँति निपटाने के बाद, प्रथम स्टेशन, *A* पर दिक्सूचक स्थापित किया जाता है और सर्वेक्षण रेखा *AB* का अग्र दिक्मान ज्ञात किया जाता है। रेखा *AB* की दूरी भी नाप ली जाती है और इसके दायें-बायें पर आवश्यक खसके लिये जाते हैं।



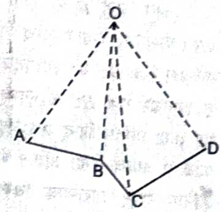
चित्र 3.52—खुली चंक्रम सर्वेक्षण

अब दिक्सूचक स्टेशन *B* पर स्थापित किया जाता है और रेखा *BC* का अग्र दिक्मान तथा रेखा *AB* का पश्च दिक्मान पढ़ा जाता है।

कार्य इसी प्रकार आगे बढ़ाया जाता है और अन्तिम बिन्दु पर लाकर समाप्त कर दिया जाता है।

(2) जाँच कार्य (Check)—खुली चंक्रम में कोणीय मापों की जाँच की कोई सीधी विधि नहीं है। इसके लिये परोक्ष विधि अपनायी जाती है।

चित्र 3.53 के अनुसार कोई बिन्दु *O* लें, जो सभी सर्वेक्षण स्टेशनों से दिखाई पड़े। अब सभी स्टेशनों से *O* के दिक्मान ज्ञात कर लें। अंकन करते समय रेखायें *AO, BO, CO* व *DO* बिन्दु *O* से पारित होनी चाहियें।



चित्र 3.53

§ 3.32. क्षेत्र पंजी (Field Book) :

दिक्सूचक सर्वेक्षण की क्षेत्र पंजी भी जरीब सर्वेक्षण की भाँति भरी जाती है परन्तु प्रथम सर्वेक्षण रेखा का दिक्मान खाने के बीच में लिखा जाता है और इससे अगली रेखाओं के दिक्मान खाने के बाहर, इसके दायें अथवा बायें (जिधर अगली रेखा की दिशा पड़ती है) लिखा जाता है। चंक्रम की अन्तिम रेखा का पश्च दिक्मान, खाने के भीतर दर्ज किया जाता है।

§ 3.33. दिक्सूचक चंक्रम का अंकन (Plotting of Compass Traverse) :

चंक्रम का अंकन करने से पूर्व रेखाओं के दिक्मानों की जाँच कर लेनी चाहिये और जहाँ इनमें स्थानीय आकर्षण अथवा अन्य कारणों से कोई त्रुटि दिखाई पड़े, उसका संशोधन कर लेना चाहिये। एक बन्द (संवृत) चंक्रम के सभी अन्तर्गत कोणों का योग $(2N - 4) \times 90°$ होता है। यहाँ *N* चंक्रम की भुजाओं की संख्या है।

वास्तविक अंकन से पूर्व चंक्रम का एक खाका (Rough Sketch) अवश्य बना लेना चाहिये। इस खाके से चंक्रम का स्वरूप स्पष्ट हो जाता है।

आरेखण के लिये क्षेत्र पंजी, ड्राइंग शीट, चाँदा, ड्राइंग उपकरण तथा पैमाने की आवश्यकता पड़ती है। चंक्रम अंकन की विधियाँ निम्न हैं—

(i) प्रत्येक स्टेशन बिन्दु पर याम्योत्तर द्वारा (By Parallel Meridian),

(ii) बहुभुज के अन्तर्गत कोणों द्वारा (By Included Angle),

(iii) मध्य याम्योत्तर व चाँदे द्वारा (By Central Meridian),

(iv) स्पर्शी (टेन्जेन्ट) विधि द्वारा (By Tangent Method),

(v) निर्देशांक विधि (By Coordinates)।

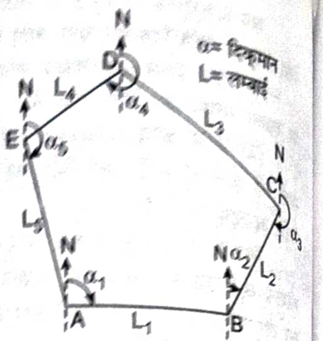
विस्तृत प्रक्रिया निम्न है—

3.33-1. प्रत्येक स्टेशन बिन्दु पर याम्योत्तर द्वारा अंकन (Plotting by Parallel Meridian Through Each Station)—खाके पर चंक्रम का स्वरूप देखते हुये, ड्राइंग शीट पर कोई उपयुक्त बिन्दु *A* लें, जो चंक्रम का प्रथम स्टेशन दर्शाये। बिन्दु *A* पर एक रेखा *NA* किसी भी दिशा में (शीर्ष-दिशा बेहतर रहती है) खींच लें। यह रेखा याम्योत्तर प्रदर्शित करेगी। इसके सन्दर्भ में सर्वेक्षण रेखा *AB* का दिक्मान चाँदे की सहायता से लगायें। रेखा *AB* की शीट पर लम्बाई

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

पैमाने के अनुसार काट लें (चित्र 3.54)।

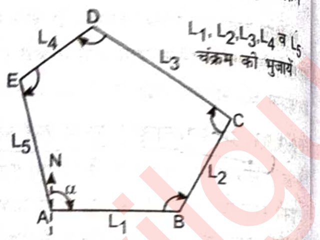
अब बिन्दु B पर रेखा NA के समान्तर रेखा NB (याम्योत्तर रेखा) खींच लें और इसके सन्दर्भ में सर्वेक्षण रेखा BC का अग्र दिक्मान लगायें और पैमाने के अनुसार रेखा BC की लम्बाई काट लें। इस प्रकार यह क्रम अन्तिम बिन्दु तक बढ़ाते जायें। यदि सर्वेक्षण कार्य में अथवा रेखा अंकन में कोई त्रुटि नहीं है तो अन्तिम रेखा, प्रारम्भिक बिन्दु A पर आकर मिल जायेगी। यदि ऐसा नहीं होता तो यह समापन त्रुटि (Closing Error) कहलाती है (जिसका निवारण अनुच्छेद 3.34 में किया गया है)।



चित्र 3.54

यह विधि इतनी परिशुद्ध नहीं है, क्योंकि किसी एक रेखा के अंकन में हुई त्रुटि पूर्ण चंक्रम में फैल जाती है।

3.33-2. बहुभुज के अन्तर्गत कोणों द्वारा अंकन (Plotting by Included Angles of Polygon)— प्रारम्भिक बिन्दु A पर एक रेखा NA, याम्योत्तर को प्रदर्शित करती हुई खींचें। इस रेखा से प्रथम सर्वेक्षण रेखा AB का अग्र दिक्मान, चाँदे से लगायें और AB की लम्बाई पैमाने के अनुसार काट लें (चित्र 3.55)।



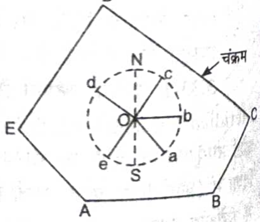
चित्र 3.55

अब बिन्दु B पर रेखा BA व BC का अन्तर्गत कोण ABC (इसकी गणना पूर्व कर लें) लगायें और पैमाने से रेखा BC की लम्बाई काट लें। यह क्रिया अगले सभी स्टेशनों पर दोहराते हुये, चंक्रम पूर्ण कर लें।

इस विधि में कोण-मापन के कारण त्रुटि हो सकती है, जिसका प्रभाव पूर्ण चंक्रम पर पड़ सकता है। परन्तु यह विधि उपरोक्त से सरल है, क्योंकि प्रत्येक स्टेशन बिन्दु पर समान्तर याम्योत्तर रेखायें खींचने की आवश्यकता नहीं है।

3.33-3. मध्य याम्योत्तर एवं चाँदे द्वारा अंकन (Plotting by Central Meridian and Paper-Protractor)—इस विधि में याम्योत्तर के सन्दर्भ में किसी एक बिन्दु पर चंक्रम की सभी रेखाओं की दिशा लगा ली जाती है। अब इन रेखाओं के समान्तर बहुभुजा की भुजाओं की वास्तविक लम्बाई अपनाये गये पैमाने पर खींच ली जाती है। प्रक्रिया निम्न है—

शीट के लगभग मध्य में एक बिन्दु O लें। इस पर कोई दिशा अपनाते हुये याम्योत्तर NOS लगायें। अब इस याम्योत्तर के सन्दर्भ में सभी रेखाओं के अग्र दिक्मान बिन्दु O पर लगायें। रेखायें $Oa, Ob, Oc, Od,$ तथा Oe यह दिक्मान प्रदर्शित करती हैं (चित्र 3.56)।



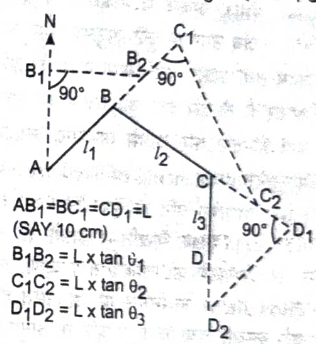
चित्र 3.56

अब कोई उपयुक्त बिन्दु लेकर इसे प्रारम्भिक स्टेशन A मान लें और रेखा AB, सन्दर्भ रेखा Ob के समान्तर लगायें। पैमाने से इसकी लम्बाई काट लें। इसी प्रकार बिन्दु B पर, रेखा BC, सन्दर्भ रेखा Oc के समान्तर खींचें और इसकी लम्बाई भी पैमाने के अनुसार काट लें। यह क्रम आगे बढ़ाते हुये बहुभुजा पूर्ण कर लें।

यह विधि ऊपर वर्णित दोनों विधियों से उत्तम है, क्योंकि सभी कोण एक ही बिन्दु पर, चाँदे की एक ही स्थिति में माप लिये जाते हैं। परन्तु समान्तर रेखायें खींचते समय पर्याप्त सावधानी की आवश्यकता है, अन्यथा इस कार्य में भी त्रुटि आ सकती है।

3.34-4. स्पर्शी (टेन्जन्ट) विधि द्वारा रेखा अंकन (Plotting by Tangent Method)—यह विधि खुली चंक्रम (Open Traverse) के लिये अधिक उपयुक्त हैं। टेन्जेन्ट विधि में चंक्रम की भुजाओं का रेखा अंकन, इनके दिक्मान के टेन्जेन्ट (Natural Tangent) के आधार पर किया जाता है। ज्यामितीय रचना इस प्रकार है—

सर्वप्रथम रेखण पत्र पर याम्योत्तर दर्शाती हुई कोई उपयुक्त रेखा खींचें। इस पर चंक्रम का प्रथम बिन्दु A लगायें। इस रेखा पर A से 10 सेमी० (अथवा 20 सेमी०, जो भी सुविधाजनक पड़े) की दूरी पर कोई बिन्दु B_1 लें। बिन्दु B_1 पर एक लम्ब डालें (चित्र 3.57)। इस लम्ब पर (10 सेमी० × चंक्रम की प्रथम रेखा के दिक्मान के टेन्जेन्ट) के बराबर दूरी B_1B_2 काट लें। प्रथम बिन्दु A व B_2 को मिलाते हुये रेखा खींचें। यह रेखा चंक्रम की प्रथम रेखा की दिशा दर्शायेगी।



चित्र 3.57

अब इस रेखा पर चंक्रम की प्रथम रेखा की दूरी l_1 काट लें। इस प्रकार शीट पर प्रथम रेखा AB अंकित (Plotted) हो जाती है।

अब रेखा AB को आगे बढ़ायें और इस पर लम्बाई $BC_1 = AB_1$ (निर्धारित लम्बाई) काट लें। बिन्दु C_1 से रेखा BC पर लम्ब डालें। इस लम्ब पर (10 सेमी० × चंक्रम की अगली भुजा के दिक्मान के टेन्जेन्ट) के बराबर दूरी C_1C_2 काट लें। बिन्दु BC_2 को मिलाते हुये रेखा खींचें और इस पर चंक्रम की अगली भुजा की लम्बाई l_2 काट लें। माना यह BC है। इसी प्रकार अंकन कार्य आगे बढ़ाते जायें और चंक्रम की शेष भुंजाओं की दिशा व लम्बाई लगाते जायें।

चंक्रम अंकन की टेन्जेन्ट विधि उपरोक्त वर्णित विधियों से अधिक परिशुद्ध है, परन्तु 30° से कम कोणों को नापने में इतनी परिशुद्धता नहीं आ पाती है।

3.33-5. निर्देशांक विधि द्वारा अंकन—इस विधि में चंक्रम के सब बिन्दुओं के निर्देशांक ज्ञात करके अंकन किया जाता है। अंकन की यह एक परिशुद्ध परन्तु कुछ कठिन विधि है। इसमें गणनायें अधिक करनी पड़ती हैं। अंकन की यह विधि थियोडोलाइट चंक्रम के लिये अपनायी जाती है, क्योंकि दिक्सूचक चंक्रम में अधिक परिशुद्धता नहीं अपनायी जाती हैं। (अधिक विवरण के लिये पुस्तक का भाग-2 देखें)।

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

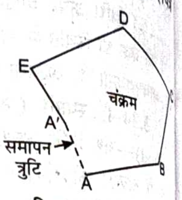
§ 3.34. बन्द चंक्रम में समापन त्रुटि तथा उसका लेखा-चित्रीय समायोजन (Closing Error and its Graphical Adjustment) :

बन्द चंक्रम का अंकन करते समय जब इसका अन्तिम बिन्दु, प्रारम्भिक बिन्दु पर आकर नहीं मिलता है अर्थात् चंक्रम का मुँह खुला रह जाता है, तो इसे समापन त्रुटि कहते हैं (चित्र 3.58)। यह त्रुटि निम्न कारणों से हो सकती है—

(i) जब चंक्रम की भुजाओं की लम्बाई का नापन शुद्ध न हो।

(ii) जब चंक्रम की भुजाओं का दिक्मान मापन शुद्धता से न किया गया हो।

(iii) अंकन में सावधानी न बरती गयी हो।

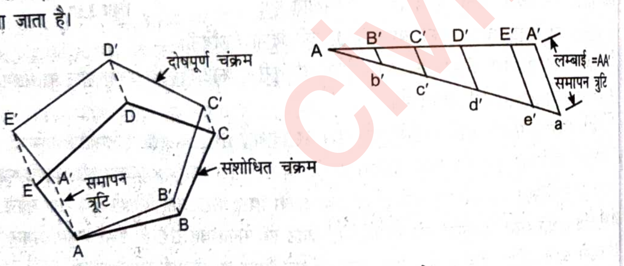


चित्र 3.58—समापन त्रुटि (Closing Error)

जब उपरोक्त त्रुटि अनुज्ञय सीमा से अधिक होती है तो क्षेत्र कार्य तथा अंकन पुन: किया जाता है। यदि त्रुटि अनुज्ञय सीमा के अन्दर है तो इस त्रुटि को चंक्रम की सब भुजाओं में आनुपातिक रूप से बाँट कर चंक्रम को बन्द कर दिया जाता है। त्रुटि का इस प्रकार समंजन **चंक्रम का सन्तुलन** (Balancing of Traverse) कहलाता है।

समापन त्रुटि के समायोजन की लेखा-चित्रीय विधियाँ निम्न हैं—

(1) **प्रथम स्थिति–रेखाओं की लम्बाई तथा दिक्मानों, दोनों में समायोजन करना**- रेखाओं की लम्बाई तथा कोणों का समायोजन करने की यह लेखा-चित्रीय विधि बौडिच (Bowditch) के नियम पर आधारित है। इस विधि के अनुसार शीट पर अंकित प्रत्येक स्टेशन को, लम्बाई तथा दिशा में त्रुटि के अनुपात में अपनी स्थिति से हटा कर नयी स्थिति में समायोजित किया जाता है।



चित्र 3.59—समापन त्रुटि का समायोजन

प्रक्रिया–मान लो $AB'C'D'E'A'$ एक अंकित चंक्रम है (चित्र 3.59)। इसमें $A'A$ समापन त्रुटि है। यदि त्रुटि न रही होती तो A' व A बिन्दु एक ही होते। अब $A'A$ का समायोजन करना है।

बहुभुजा के पार्श्व में एक रेखा AA' इस प्रकार खींचें कि इसकी लम्बाई (पैमाने के अनुसार), कुल रेखाओं की लम्बाई के जोड़ (चंक्रम की परिधि) के बराबर हो। इस रेखा पर प्रत्येक रेखा की लम्बाई काट लें अर्थात् AB', $B'C'$, $C'D'$, $D'E'$ तथा $E'A'$ के निशान लगा दें। अब बिन्दु A' पर एक रेखा $A'a$ समापन त्रुटि के बराबर तथा इसके समान्तर खींचें

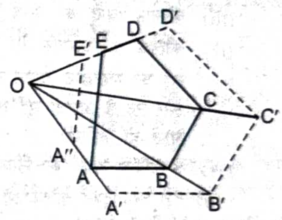
($A'a$ की लम्बाई त्रुटि रेखा की लम्बाई के बराबर है, पैमाने से नहीं)। Aa बिन्दुओं को मिलायें। अब बिन्दु B', C', D' तथा E' से $A'a$ के समान्तर रेखायें खींचे जो रेखा Aa को b', c', d' व e' पर आकर मिलें। $B'b'$, $C'c'$, $D'd'$, तथा $E'e'$, वह दूरियाँ हैं, जिन के अनुसार स्टेशन B', C', D' तथा E' का अन्तरण होना है। चंक्रम को देखने पर पता चलेगा कि यह समायोजन नीचे की ओर होगा।

अब स्टेशन B' से $B'b'$ के, C' से $C'c'$ के, D' से $D'd'$ तथा E' से $E'e'$ के समान्तर रेखायें खींचें और इन्हें लम्बाई के क्रमानुसार काट लें। नये बिन्दुओं को मिलाने पर नयी चंक्रम $ABCDEA$ उपलब्ध होगी, जो समापन त्रुटि से मुक्त होगी।

(2) **द्वितीय स्थिति–केवल रेखाओं की लम्बाई में समायोजन।**

इस विधि द्वारा केवल चंक्रम की भुजाओं की लम्बाई में समायोजन किया जाता है, इनकी दिशा में कोई परिवर्तन नहीं है और दिक्मान पूरी परिशुद्धता से नापे गये हैं।

प्रक्रिया—मान लो $A'B'C'D'E'A''$ एक अंकित चंक्रम है, जिसमें $A''A'$ समापन त्रुटि है। इस त्रुटि का समायोजन केवल बहुभुज की भुजाओं में करना है, उनके दिक्मानों में नहीं।



चित्र 3.60

बिन्दु $A'A''$ को मिलाते हुये इस प्रकार आगे बढ़ायें कि वह चंक्रम की किसी भुजा (बढ़ाये जाने पर) से जा मिले, जैसा चित्र 3.60 में रेखा $D'E'$ को बढ़ाये जाने पर रेखा $A'A''$ बिन्दु O पर मिलती है। अब बिन्दु O से सभी स्टेशनों को मिलाते हुये रेखायें खींचें।

रेखा $A'A''$ को समद्विभाजित करके मध्य बिन्दु A ज्ञात करें। बिन्दु A से $A'B'$ के समान्तर रेखा AB खींचें जो रेखा OB' को B पर काटेगी। इसी प्रकार बिन्दु A से एक और रेखा AE, रेखा $A''E'$ के समान्तर खींचें जो रेखा $D'E'$ को E पर काटेगी। अब बिन्दु B से $B'C'$ के समान्तर रेखा BC खींचें, जो रेखा OC' को C पर काटेगी। इस क्रम को आगे बढ़ायें और बिन्दु C से $C'D'$ के समान्तर रेखा CD खींचें, जो रेखा $D'E'$ पर D बिन्दु पर मिलेगी।

इस प्रकार नयी चंक्रम $ABCDEA$ प्राप्त होगी, जिसमें समापन त्रुटि समायोजित हो जायेगी।

§ 3.35. दिक्मानों का समायोजन (Adjustment of Bearings) :

बन्द चंक्रम में दिक्मान की समापन त्रुटि अन्तिम रेखा के अग्र और पश्च दिक्मानों का अन्तर निकाल कर ज्ञात की जाती है। यह अन्तर यदि 180° नहीं है तो चंक्रम में कोणीय त्रुटि है। मान लो चंक्रम की N भुजायें हैं और समापन त्रुटि e है; तो संशोधन का मान निम्न होगा—

$$\text{प्रथम रेखा में संसोधन} = \frac{e}{N}$$

$$\text{द्वितीय रेखा में संशोधन} = \frac{2e}{N}$$

$$\text{तृतीय रेखा में संशोधन} = \frac{3e}{N}$$

$$\text{अतः अन्तिम रेखा में संशोधन} = \frac{Ne}{N} \quad \ldots(3.8)$$

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

प्रत्येक रेखा के दिक्मान में संशोधन करके अब चंक्रम का अंकन किया जाता है।

§ 3.36. दिक्सूचक सर्वेक्षण में त्रुटियाँ (Errors in Compass Survey) :

दिक्सूचक कार्य में सम्भावित त्रुटियों को निम्न तीन वर्गों में रखा जा सकता है—

(a) उपकरण त्रुटियाँ (Instrumental Errors)
(b) प्रेक्षण त्रुटियाँ (Observational Errors)
(c) बाहरी प्रभावों से उत्पन्न त्रुटियाँ (Errors due to External Influences)

वर्णन निम्न है—

(a) उपकरण त्रुटियाँ—ये निम्न हैं—

(i) चुम्बकीय सुई का पूर्णतः सीधा न होना अथवा प्रतिभार (Counter Weight) का ठीक न होना।
(ii) कीलक (Pivot) का ठीक ऊर्ध्वाधर न होना।
(iii) कीलक बिन्दु का कुन्द हो जाना।
(iv) कीलक का कम्पास के ठीक केन्द्र में स्थित न होना।
(v) सुई का स्वच्छन्द चलन न होना। यदि कीलक की नोक ठीक नहीं है, सुई एक ओर नत है अथवा सुई का चुम्बकीय प्रभाव कम हो गया है, तो सुई की हरकत सुस्त हो जायेगी।
(vi) अंशांकित चक्री का ठीक क्षैतिज तल में न होना।
(vii) दर्श तथा दृश्य वेधिकाओं का व्यासीय विपरीत (Diametrical Opposite) स्थित न होना।
(viii) दर्श तथा दृश्य बेधिकाओं का ठीक ऊर्ध्वाधर खड़ा न होना।
(ix) दृष्टि रेखा अंशांकित चक्री के ठीक केन्द्र से न निकलना।
(x) दृश्य वेधिका में लगे तन्तु (Horse Hair) का मोटा होना अथवा ढीला रह जाना, जिसके कारण वेधन शुद्ध न हो पाना।

(b) प्रेक्षण त्रुटियाँ—यह त्रुटियाँ व्यक्तिगत भूल अथवा कार्य के प्रति लापरवाही बरतने से उत्पन्न होती हैं। कुछ त्रुटियाँ निम्न हैं—

(i) दिक्सूचक का ठीक स्टेशन-बिन्दु पर स्थापित न होना।
(ii) दिक्सूचक बक्से का पूर्णतः क्षैतिज न होना।
(iii) लक्ष्य-बेधन शुद्ध न होना। यदि लक्ष्य काफी मोटाई में है तो इसका ऊर्ध्वाधर-मध्य बेधन करने में त्रुटि हो सकती है।
(iv) अंशांकित चक्री पर पाठ्यांक शुद्धता से न पढ़ना, जैसे—शून्य को 180° मान लेना अथवा पढ़ते समय E व W का ज्ञान न रखना।

(c) बाहरी प्रभावों से उत्पन्न त्रुटियाँ—यह त्रुटियाँ निम्न हैं—

(i) सर्वेक्षक के पास चुम्बकीय वस्तुओं—घड़ी, चाकू, हथकड़ा इत्यादि का रहना, जिसके कारण सुई ठीक चुम्बकीय याम्योत्तर नहीं दर्शाती है।
(ii) लोहे की चिमनी, रेल, पटरी, लोहे का खम्भा इत्यादि का निकट में स्थित होना।
(iii) वातावरण में तूफान, बादलों के कारण चुम्बकीय परिवर्तन होना।
(iv) चुम्बकीय दिक्पात में विचरण के कारण त्रुटि प्रगट होना।

उपकरण को उत्तम स्थिति में रखना, प्रेक्षण के समय सभी आवश्यक सावधानियाँ बरतना तथा बाहरी आकर्षणों से सजग रह कर कार्य करने से उपरोक्त त्रुटियों से बचा जा सकता है।

§ 3.37. दिक्सूचक सर्वेक्षण में परिशुद्धता का मान (Degree of Accuracy in Compass Traversing) :

चंक्रम सर्वेक्षण में रैखिक तथा कोणीय दोनों माप लिये जाते हैं। अतः परिशुद्धता रैखिक और कोणीय मापन उपकरणों पर निर्भर करती है। सर्वेक्षण कार्य में परिशुद्धता के निम्न मान लिये जाते हैं—

(i) कोणीय मापन के लिये $= 15' \sqrt{S}$, ...(3.9)

जहाँ S चंक्रम में स्टेशनों की संख्या है।

(ii) रैखिक मापन के लिये = 1 in 300 से 1 in 600 तक।

§ 3.38. जरीब सर्वेक्षण और दिक्सूचक सर्वेक्षण में तुलना (Comparison in between Chain Survey and Compass Survey) :

दोनों सर्वेक्षणों की तुलना निम्न है—

जरीब सर्वेक्षण	दिक्सूचक सर्वेक्षण
(1) **मापन**—जरीब सर्वेक्षण में रेखाओं का केवल रेखीय मापन किया जाता है।	(1) दिक्सूचक सर्वेक्षण में रेखाओं के रेखीय तथा कोणीय दोनों मापन किये जाते हैं।
(2) **क्षेत्र ढाँचा**—कुल क्षेत्र को त्रिभुजीय ढाँचे में बाँटना आवश्यक है। अंकन के लिये त्रिभुज की तीनों भुजाओं के नाप जरूरी हैं।	(2) क्षेत्र को आपस में सटी हुई रेखाओं की चंक्रम में बाँटा जाता है। भुजाओं की लम्बाई जरीब से तथा उनकी दिशा दिक्सूचक द्वारा ज्ञात की जाती है।
(3) **उपकरण**—जरीब सर्वेक्षण में प्रयोग होने वाले सभी उपकरण सरल तथा सीधे होते हैं।	(3) दिक्सूचक एक नाजुक उपकरण है। इसके पाठ्यांक कई कारणों से दूषित पढ़े जाते हैं।
(4) **जाँच कार्य**—सर्वेक्षण कार्य की शुद्धता की जाँच संयोग व जाँच रेखायें डाल कर की जाती है। इससे कार्य बढ़ जाता है।	(4) संयोग तथा जाँच रेखायें डालने की कोई आवश्यकता नहीं है, परन्तु चंक्रम के कोणीय मापन पर विशेष ध्यान देना पड़ता है।
(5) **गणनायें**—जरीब सर्वेक्षण में गणनायें अधिक नहीं करनी पड़ती हैं।	(5) इस सर्वेक्षण में कोणों का मान निकालने के लिये काफी जटिल गणनायें करनी पड़ती हैं।
(6) **त्रुटियाँ**—कार्य में त्रुटियों की सम्भावना कम रहती है, क्योंकि सभी माप सीधे और सरल हैं।	(6) त्रुटियों की सम्भावना अधिक है। कोणीय मापन में त्रुटि के कारण चंक्रम का अंकन रुक जाता है।

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

जरीब सर्वेक्षण	दिक्सूचक सर्वेक्षण
(7) **अंकन**—जरीब सर्वेक्षण में क्षेत्र कार्य तथा अंकन सरल है। एक साधारण सर्वेक्षक भी सन्तोषजनक परिणाम प्राप्त कर सकता है।	(7) क्षेत्र कार्य तथा अंकन, जरीब सर्वेक्षण की तुलना में कुछ कठिन पड़ता है।
(8) **कार्य अवधि**—सर्वेक्षण में समय कम लगता है।	(8) दिक्सूचक सर्वेक्षण में समय अधिक लगता है।
(9) **व्यय**—जरीब सर्वेक्षण में व्यय कम आता है।	(9) सर्वेक्षण कार्य पर व्यय अधिक आता है।
(10) **उपयुक्तता**—छोटे तथा कम ऊबड़-खाबड़ क्षेत्र के लिये उपयुक्त है।	(10) बड़े तथा ऊबड़-खाबड़ क्षेत्र के लिये जिसमें अधिक विवरण न लेना हो, यह सर्वेक्षण ठीक रहता है।

प्रश्नावली–3

1. (i) दिक्सूचक सर्वेक्षण किसे कहते है ? इसका जरीब सर्वेक्षण से अन्तर बताइये। *(B.T.E.)*
   (ii) दिकमान चंक्रम का सिद्धान्त बताइये। *(B.T.E.)*
2. आप किन परिस्थितियों में जरीब सर्वेक्षण के स्थान पर दिक्सूचक सर्वेक्षण को वरीयता दोगे, स्पष्ट उत्तर दें। *(B.T.E.)*
3. दिक्सूचक सर्वेक्षण के सिद्धान्त लिखिये। *(B.T.E.)*
4. दिक्सूचक सर्वेक्षण के लाभ तथा हानियाँ लिखिये। *(B.T.E.)*
5. दिक्सूचक सर्वेक्षण में आप कौन-कौन उपकरण प्रयोग में लायेंगे, उनके नाम लिखें।
6. खुली तथा बन्द चंक्रम का अन्तर चित्र देकर स्पष्ट कीजिये। *(B.T.E.)*
7. याम्योत्तर किसे कहते है? दिक्सूचक सर्वेक्षण में कौन-कौन याम्योत्तर प्रयोग में आते हैं? लिखिये। *(B.T.E.)*
8. यथार्थ याम्योत्तर (True Meridian) और चुम्बकीय याम्योत्तर (Magnetic Meridian) में अन्तर का कारण स्पष्ट कीजिये। *(B.T.E.)*
9. दिक्मान (Bearing) की व्याख्या कीजिये। दिक्मान मापन की प्रणालियाँ कौन-कौन हैं, उनके नाम दें। *(B.T.E.)*
10. पूर्णवृत्त दिक्मान (W.C.B.) तथा चतुर्थांश दिक्मान (Q.B.) में क्या अन्तर है? इनके लिये कौन-कौन दिक्सूचक उपकरण इस्तेमाल किये जाते हैं? लिखिये। *(B.T.E.)*
11. पूर्णवृत्त दिक्मान प्रणाली और समानीत दिक्मान प्रणाली की तुलना कीजिये।
12. संक्षिप्त टिप्पणी लिखें—
    (i) अंशांकित चक्री (Graduated Ring)
    (ii) समदिक्पाती रेखा (Isogonic Line) *(B.T.E.)*
    (iii) शून्य दिक्पाती रेखा (Agonic Line) *(B.T.E.)*

    (iv) यथार्थ याम्योत्तर (True Meridian)
    (v) दिगंश (Azimuth)
    (vi) चुम्बकीय सुई का नमन (Dip) *(B.T.E.)*

(a) दिक्सूचक उपकरण

13. प्रिज्मी दिक्सूचक का मुक्त हस्त चित्र देकर, इसके विभिन्न भागों के नाम लिखें। *(B.T.E.)*
14. दिक्सूचक क्या होता है ? प्रिज्मी दिक्सूचक और सर्वेक्षक दिक्सूचक की तुलना कीजिये। अब कौन-सा दिक्सूचक अधिक प्रयोग में आता है, लिखिये। *(B.T.E.)*
15. दिक्सूचक की सुई अपने सिरों पर कब और क्यों झुकती है? इसके कारण तथा उपाय लिखिये। *(B.T.E.)*
16. प्रिज्मी और सर्वेक्षक दिक्सूचकों के स्वच्छ चित्र खींचकर, उनकी अंशांकित चक्री का वर्णन करें। *(B.T.E.)*
17. निम्नलिखित को स्पष्ट कीजिये—
    (i) सर्वेक्षक दिक्सूचक में *E* तथा *W* के स्थान अदल-बदल दिये जाते हैं? क्यों? *(B.T.E.)*
    (ii) प्रिज्मी दिक्सूचक में 'S' सिरे पर 360° (या शून्य) अंकित किया जाता है, ऐसा क्यों? *(B.T.E., A.M.I.E.)*
    (iii) दिक्सूचक में दृश्य वेधिका में घोड़े का बाल क्यों लगाया जाता है?
    (iv) दिक्सूचक की सुई पर प्रतिकारी भार (सवार) (Rider) क्यों रखा जाता है?
    (v) प्रिज्मी दिक्सूचक में संकेतक (सुई), अंशांकित चक्री के साथ क्यों जुड़ा रहता है?
    (vi) प्रिज्मी दिक्सूचक का अल्पतमांक बताइये। *(B.T.E.)*
18. प्रिज्मी दिक्सूचक से रेखा का दिक्मान प्रेक्षण करने की प्रक्रिया लिखें।
19. (i) सर्वेक्षक दिक्सूचक के अलाभ लिखिये। *(B.T.E.)*
    (ii) प्रिज्मी दिक्सूचक सर्वेक्षण की हानियाँ लिखिये। *(B.T.E. 1996)*
20. दिक्सूचक का इस्तेमाल करते समय आप क्या-क्या सावधानियाँ लेंगे, लिखिये।

(b) दिक्मान तथा अन्तर्गत कोण

21. निम्न पदों की व्याख्या कीजिये—
    (i) अग्र दिक्मान व पश्च दिक्मान *(B.T.E.)*
    (ii) यथार्थ दिक्मान व चुम्बकीय दिक्मान *(B.T.E.)*
    (iii) चुम्बकीय दिक्मान व स्थानीय आकर्षण
22. पूर्णवृत्त दिक्मान (W. C. B.)को समानीत दिक्मान (R. B.)में परिवर्तित करने के नियम बताइये।
23. निम्नलिखित पूर्णवृत्त दिक्मान (W. C. B.) को समानीत दिक्मान (R. B.) में परिवर्तित कीजिये।
    (i) 75°—30′, (ii) 138°—10′,
    (iii) 253°—20′, (iv) 326°—25′.
    (उत्तर : (i) *N* 75°—30′ *E*, (ii) *S* 41°—50′ *E*, (iii) *S* 75°—20′ *W* (iv) *N* 33°—35′ *W*)
24. निम्नलिखित समानीत दिक्मान (R. B.) को पूर्णवृत्त दिक्मान (W.C.B.) में बदलिये—
    (i) N 30°—40′ E (ii) S85°—20′ E
    (iii) S35°—40′ W (iv) N 36°—40′ W *(B.T.E.)*
    (उत्तर : (i) 30°—40′, (ii) 90°—40′, (iii) 215°—40′, (iv) 323°—20′)

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

25. निम्नलिखित रेखाओं के प्रेक्षित अग्र दिक्मान इस प्रकार हैं। इनके पश्च दिक्मान ज्ञात कीजिये।

AB 60° – 30′, *BC* 110° – 20′, *CD* 205° – 15′

(उत्तर : (i) 240°—30′, (ii) 291°—40′, (iii) 25°—15′)

26. रेखाओं के निम्न प्रेक्षित अग्र दिक्मानों (F.B.) के पश्च दिक्मान (B.B.) निकालिये—

AB N 25°—30′ E, *BC* S45°—20′ E
CD S26°—10′ W, *DE* N 62°—40′ W

(उत्तर : *AB S* 25°—30′*W*, *BC N* 45°—20′*W*, *CD N* 26°—10′*E*, *CD S* 62°—40′*E*)

27. एक रेखा *AB* का अग्र दिक्मान 152°—20′ है और कोण *ABC* = 124°—38′ है। रेखा *BC* का अग्र दिक्मान ज्ञात कीजिये। **(उत्तर : 96°—58′)**

28. एक रेखा *BB* का दिक्मान 22°—15′ और रेखा *BC* का दिक्मान 120°—30′ है। रेखाओं के मिलन बिन्दु का अन्तर्गत कोण (Included Angle) *ABC* ज्ञात करें। **(उत्तर : 81°—45′)**

29. (i) एक बन्द चंक्रम के भीतरी कोणों की गणना कैसे की जाती है और परिणाम की जाँच किस प्रकार की जाती है? लिखिये।
(ii) *ABCD* वर्ग के एक कर्ण *AC* का दिक्मान 36°–30′ है। इसके अन्य कर्ण *BD* का दिक्मान ज्ञात करें। (*B.T.E.*)

(उत्तर : 126°—30′)

30. दिक्सूचक सर्वेक्षण के समय एक चंक्रम के निम्नलिखित दिक्मान प्राप्त हुये। रेखाओं के अन्तर्गत कोण ज्ञात कीजिये।

रेखा	दिक्मान	रेखा	दिक्मान
AB	47°—15′	*CD*	183°
BA	227°—15′	*DC*	3°
BC	125°—15′	*DA*	291°—30′
CB	305°—15′	*AD*	111°—30′

(*B.T.E.*)

(उत्तर : ∠*A* = 64°—15′, ∠*B* = 102°, ∠*C* = 122°—15′, ∠*D* = 71°—30′)

31. एक चंक्रम *ABCD* के दिक्मान निम्नलिखित हैं रेखाओं के अन्तर्गत कोण ज्ञात कीजिए तथा गणितीय जाँच भी लगायें।

रेखा	अग्र दिक्मान	पश्च दिक्मान
AB	75°—0′	255°—0′
BC	106°—20′	286°—20′
CD	224°—50′	44°—50′
DA	306°—40′	126°—40′

(*B.T.E*)

(उत्तर : ∠*A* = 51°–40′, ∠*B* = 148°–40′, ∠*C* = 61°–30′, ∠*D* = 98°—10′
जोड़ 360° = $(2n-4)\times 90°$)

32. एक संवृत्त चंक्रम *ABCDE* को दक्षिणावर्त लगाया गया है। रेखाओं के अग्र दिक्मान निम्न हैं। चंक्रम के अन्तर्गत कोण ज्ञात कीजिये।

AB 65°–30′, *BC* 117°, *CD* 40°, *DE* 211°-30′, *EA* 300°.

आवश्यक जाँच भी लगायें।

(उत्तर : ∠*A* 54°—30′, ∠*B* 128°—30′, ∠*C* 257°, ∠*D* 8°—30′, ∠*E* 91°—30′)

33. एक बन्द चंक्रम की भुजाओं के दिक्मान निम्न है—

290°—30′, 250°—30′, 196°, 175°—30′, 112°, 30°।

चंक्रम के अन्तर्गत कोण निकालें। यदि कोई त्रुटि है तो उसे भी ज्ञात करें।

(उत्तर : 140°, 125°—30′, 159°—30′, 116°—30′, 98°, 80°, त्रुटि 30′)

34. एक बन्द चंक्रम *ABCDE* की भुजाओं के दिक्मान निम्न हैं। इसके अन्तर्गत कोण (Interior Angles) ज्ञात कीजिये—

रेखा	अग्र दिक्मान	पश्च दिक्मान
AB	107°—15′	287°—15′
BC	22°—0′	202°—0′
CD	281°—30′	101°—30′
DE	189°—15′	9°—15′
EA	124°—45′	304°—45′

(उत्तर : ∠*A* = 162°—30′, ∠*B* = 94°—45′, ∠*C* = 79°—30′,
∠*D* = 87°—45′, ∠E = 115°—30′)

(c) चुम्बकीय दिक्पात

35. चुम्बकीय दिक्पात क्या है? यह किस प्रकार ज्ञात किया जाता है? लिखिये। (*B.T.E.*)

36. अन्तर स्पष्ट करें—
(i) चुम्बकीय दिक्पात (Magnetic Declination) और चुम्बकीय नमन (Megnetic Dip) (*B.T.E.*)
(ii) चुम्बकीय दिक्पात और दैनिक चुम्बकीय विचरण। (*B.T.E.*)

37. एक रेखा का चुम्बकीय दिक्मान *S* 30°—30′*W* है और दिक्पात का मान 6°—14′E है। रेखा का यथार्थ (True) दिक्मान ज्ञात कीजिये। (*B.T.E.*)

(उत्तर : *S* 36°—44′*W*)

38. रेखा *AB* का चुम्बकीय दिक्मान *N* 50°—30′*W* था, जबकि चुम्बकीय दिक्पात 3°—15′*E* था। यदि अब चुम्बकीय दिक्पात 1°—40′*W* हो तो रेखा का चुम्बकीय दिक्मान ज्ञात कीजिये। (*B.T.E.*)

(उत्तर : *N* 45°—35′*W*)

39. एक बन्द चंक्रम की भुजाओं के दिक्मान (F.B.) निम्न है—

AB = 45°—15′, *BC* = 115°—15′, *CD* = 205°—45′, *DA* = 290°—30′

(i) यदि चुम्बकीय दिक्पात 3°W हो तो यथार्थ दिक्मान ज्ञात कीजिये।
(ii) चंक्रम के अन्तर्गत कोण ज्ञात कीजिये।

(उत्तर : (i) यथार्थ दिक्मान 42°—15′, 112°—15′, 202°—45′ व 287°—30′
(ii) ∠*A* = 65°—15′, ∠*B* = 110°, ∠*C* = 89°—30°, ∠*D* = 95°—15′)

40. एक पुराने नक्शे में एक रेखा *AB* को 15°—30′ के चुम्बकीय दिक्मान पर खींचा गया था। उस समय चुम्बकीय दिक्पात 1°—30′E था। यदि उसी स्थान पर वर्तमान चुम्बकीय दिक्पात 7°—30′*W* हो, तो यह रेखा किस चुम्बकीय दिक्मान पर खींची जानी चाहिये। (*B.T.E.*)

(उत्तर : 24°—30′)

41. सन् 1864 में एक सर्वेक्षण रेखा का चुम्बकीय दिक्मान *N* 15°*W* था और उस स्थान पर चुम्बकीय दिक्पात 2°—39′*W* पाया गया। सन् 1987 में उस स्थान पर चुम्बकीय दिक्पात 4°—58′E पाया गया। सन् 1987 में रेखा का चुम्बकीय दिक्मान ज्ञात कीजिये।

(उत्तर : *N* 22°—32′*W*)

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

42. सन् 1760 में एक रेखा का चुम्बकीय दिक्मान $N\ 34°W$ था, जबकि चुम्बकीय दिक्पात 11°—17′W मापा गया था। सन् 1933 में चुम्बकीय दिक्पात 15°—55′ W हो गया। सन् 1933 में रेखा का चुम्बकीय दिक्मान ज्ञात करें।
(उत्तर : N 29°—22′W)

(d) स्थानीय आकर्षण

43. स्थानीय आकर्षण (Local Attraction) क्या होता है? इसके क्या कारण हैं? इसका पता कैसे लगाया जाता है? स्पष्ट उत्तर दें। (B.T.E.)

44. (i) स्थानीय आकर्षण का प्रभाव लिखिये। इसे कैसे दूर किया जाता है, उत्तर दें।
(ii) चुम्बकीय दिक्पात और स्थानीय आकर्षण, दोनों ही कम्पास की सुई को विचलित करते हैं। दोनों का अन्तर स्पष्ट करें। (A.M.I.E.; B.T.E.)

45. स्थानीय आकर्षण क्या होता है? क्या दिक्सूचक को एक ही स्टेशन पर स्थापित करके, इसका मान ज्ञात किया जा सकता है? (B.T.E.)

46. एक बन्द चंक्रम की रेखाओं के प्रेक्षित दिक्मान निम्नलिखित हैं—

रेखा	अग्र दिक्मान	पश्च दिक्मान
AB	124°—30′	304°—30′
BC	68°—15′	246°—0′
CD	310°—30′	135°—15′
DA	200°—15′	17°—45′

(i) स्थानीय आकर्षण से प्रभावित स्टेशनों की पहचान कीजिये।
(ii) रेखाओं के सही दिक्मान ज्ञात कीजिये तथा अन्तर्गत कोणों की गणना करें।

(उत्तर : (i) स्टेशन C तथा D स्थानीय आकर्षण से प्रभावित हैं।
(ii) सही दिक्मान AB 124°—30′, 304°—30′, BC 68°—15′, 248°—15′, CD 312°—45′, 132°—15′, DA 197°—45′, 17°—45′
(क्रमानुसार अग्र व पश्च दिक्मान)
(iii) अन्तर्गत कोण $\angle A = 106°—45'$, $\angle B = 123°—45'$, $\angle C = 64°—30'$, $\angle D = 65°$)

47. एक खुली चंक्रम के अग्र तथा पश्च दिक्मान निम्नलिखित हैं—

रेखा	अग्र दिक्मान	पश्च दिक्मान
AB	60°—30′	240°—30′
BC	99°—15′	278°—0′
CD	38°—45′	221°—30′
DE	321°—15′	139°—45′

स्थानीय आकर्षण से प्रभावित स्टेशनों की पहचान कीजिये। रेखाओं के सही दिक्मान ज्ञात कीजिये। यदि चुम्बकीय दिक्पात 12°W हो तो यथार्थ (True) दिक्मान की गणना भी करें।

(उत्तर : स्टेशन A तथा B स्थानीय आकर्षण से मुक्त हैं। रेखाओं के संशोधित तथा सत्य) दिक्मान निम्न हैं—

रेखा	संशोधित दिक्मान		यथार्थ दिक्मान	
	F. B.	B. B.	F. B.	B. B.
AB	60°—30′	240°—30′	48°—30′	228°—30′
BC	99°—15′	279°—12′	87°—15′	267°—15′
CD	40°—0′	220°—0′	28°—0′	208°—0′
DE	319°—45′	139°—45′	307°—45′	127°—45′

48. दिक्सूचक सर्वेक्षण में रेखाओं के निम्न दिक्मान प्रेक्षित किये गये हैं—

रेखा	अग्र दिक्मान	पश्च दिक्मान
AB	67°—15′	247°—45′
BC	105°—30′	285°—0′
CD	120°—15′	300°—15′
DE	160°—45′	339°—30′

स्थानीय आकर्षण से प्रभावित स्टेशनों की पहचान करें तथा सही दिक्मानों की गणना कीजिये।

(उत्तर : स्टेशन C तथा D स्थानीय आकर्षण से मुक्त हैं।
संशोधित दिक्मान (अग्र व पश्च) निम्न हैं—
AB (67°—15′, 247°—15′), BC (105°, 285°), CD (120°—15′, 300°—15′), DE (160°—45′, 304—45′)

49. एक रेखा का चुम्बकीय दिक्मान 272° है। इस स्टेशन पर स्थानीय आकर्षण दिक्सूचक की सुई को 5°E की ओर घुमाता है, रेखा का यथार्थ (True) दिक्मान ज्ञात कीजिये—
(i) पूर्ण वृत्त प्रणाली में, (ii) चतुर्थांश प्रणाली में। (B.T.E.)
(उत्तर : 277°, N 83°W)

50. एक दिक्सूचक सर्वेक्षण में, जो स्थानीय आकर्षण से प्रभावित है, लिये गये निम्न दिशाकोण सही करें, तथा अन्तर्गत कोण A ज्ञात करें—

स्टेशन	अग्र दिक्मान	पश्च दिक्मान
A	S 10° W	S 85° E
B	S 77° E	N 10° E
C	N 5° E	N 75° W
D	N 54° W	S 53° W
E	S 88° W	S 58° E

(B.T.E.)

(उत्तर : AB (S10°W, N10°E), BC (S 66° – 36′E, N 66° – 36′W), CD (3° – 48 E, S 3° – 48 W), DE (N 51° – 48 W, S51° – 48 E), EA (N 94° – 24 W, S 85° – 36′E), ∠A = 95° – 24′.

51. एक वामावर्त बन्द चंक्रम ABCDE की भुजाओं के दिक्मान निम्न हैं—

रेखा	अग्र दिक्मान	पश्च दिक्मान
AB	190°—45′	17°—0′
BC	45°—0′	223°—45′
CD	21°—30′	201°—30′
ED	243°—30′	61°—15′
EA	329°—15′	151°—30′

स्थानीय आकर्षण से प्रभावित स्टेशनों का पता लगाकर चंक्रम के दिक्मानों का संशोधन कीजिये। चंक्रम के भीतरी कोणों की गणना करें।

(उत्तर : स्टेशन C तथा D स्थानीय आकर्षण से मुक्त हैं। संशोधित दिक्कोण निम्न हैं–
AB (195°—45′, 15°—45′), BC (43°—45′, 223°—45′), CD (21°—30′, 201°—30′), DE (243°—30′, 63°—30′), DE (331°—30′, 151°—30′), अन्तर्गत कोण $\angle A = 44°—15'$, $\angle B = 28°$, $\angle C = 157°—45'$, $\angle D = 42°$, $\angle E = 268°$)

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

52. एक संवृत्त चंक्रम की भुजाओं के दिक्मान निम्नलिखित हैं—

रेखा	अग्र दिक्मान	पश्च दिक्मान
AB	S 37°—30′ E	N 37°—30′ W
BC	S 43°—15′° W	N 44°—15′ E
CD	N 73°—0′ W	S 72°—15′ W
DE	N 12°—45′ E	S 13°—15′ W
EA	S 60°—0′ E	S 59°—0′ W

स्थानीय आकर्षण से प्रभावित स्टेशनों की पहचान करें, रेखाओं का दिक्मान सही करें, अन्तर्गत कोणों की गणना करें तथा आवश्यक जाँच लगायें।

(उत्तर : स्टेशन A और B स्थानीय आकर्षण से मुक्त हैं। संशोधित दिक्मान निम्न हैं-

संशोधित दिक्मान				अन्तर्गत कोण
R.B. प्रणाली		W.C.B. प्रणाली		
अग्र०	पश्च०	अग्र०	पश्च०	
S 37°—30′ E	N 37°—30′ W	142°—30′	322°—30′	∠A = 97°—0′
S 43°—45′ N	N 42°—45′ E	223°—45′	43°—15′	∠B = 98°—45′
N 72°—38′ W	S 72°—38′ E	287°—22′	107°—22′	∠C = 116°—23′
N 13°—0′ E	S 13°—0′ W	13°—0′	193°—0′	∠D = 94°—22′
N 59°—30′ E	S 59°—30′ W	59°—30′	239°—30′	∠E = 133°—30′

53. एक बन्द चंक्रम की भुजाओं के दिक्मान नीचे दिये गये हैं—

रेखा	अग्र दिक्मान	पश्च दिक्मान
AB	214°—45′	34°—45′
BC	158°—30′	336°—15′
CD	40°—45′	225°—30′
DA	290°—30′	108°—0′

स्थानीय आकर्षण से प्रभावित स्टेशनों की पहचान कीजिये और सम्बन्धित दिक्मानों का संशोधन करें।

(उत्तर : स्टेशन A तथा B स्थानीय आकर्षण से मुक्त हैं। संशोधित दिक्मान AB (214°—45′, 340°—45′), BC (158°—30′, 338°—30′), CD (43°, 223°), DA (288°, 108°)

54. एक सरोवर के चारों ओर एक बन्द दिक्सूचक चंक्रम ABCD डाली गयी और निम्न दिक्मान लिये गये। ज्ञात करें कि चंक्रम के कौन स्टेशन स्थानीय आकर्षण से प्रभावित हैं। संशोधित दिक्मान भी ज्ञात करें।

रेखा	अग्र दिक्मान	पश्च दिक्मान
AB	74°—20′	256°—0′
BC	107°—20′	286°—20′
CD	224°—50′	44°—50′
DA	306°—40′	126°—0′

(A.M.I.E.)

(उत्तर : भुजा A तथा B स्थानीय आकर्षण से प्रवाहित हैं। अग्र दि० क्रमशः 75°, 106°—20′, 234°—50′, 306°—40′)

55. सम्भावित स्थानीय आकर्षण वाले क्षेत्र में एक बन्द चंक्रम के दिक्सूचक से निम्न दिक्मान प्राप्त हुये—

रेखा	अग्र दिक्मान	पश्च दिक्मान
AB	S 45°—30′ E	N 45°—30′ W
BC	S 60°—0′ E	N 60°—40′ W
CD	S 5°—30′ E	N 3°—20′ W
DA	N 83°—30′ E	S 85°—0′ W

स्थानीय आकर्षण वाले स्टेशनों को ज्ञात करें और संशोधित दिक्मानों की गणना करें।

(A.M.I.E.)

56. एक बन्द चंक्रम की भुजाओं के दिक्मान निम्न हैं—

भुजा	अग्र दिक्मान	पश्च दिक्मान
AB	N 46°—10′ E	S 45°—20′ W
BC	S 61°—30′ E	N 59°—20′ W
CD	N 11°—10′ E	S 9°—50′ W
DA	N 80°—40′ E	S 80°—40′ W

स्थानीय आकर्षण से प्रभावित स्टेशनों का नाम दें। भुजाओं के सही दिक्मान ज्ञात कीजिये। यदि उस स्थान पर चुम्बकीय दिक्पात 4° W हो, तो यथार्थ दिक्मान ज्ञात करें। (A.M.I.E.)

(e) चंक्रम अंकन (PLOTTING)

57. (i) एक बन्द चंक्रम का अंकन करने की कौन-कौन विधियाँ हैं, चित्रों सहित वर्णन कीजिये। (B.T.E.)

(ii) निम्नलिखित आँकड़ों के आधार पर एक चंक्रम का आरेखन करें और समापन त्रुटि, यदि कोई है, उसका समंजन करें।

रेखा	लम्बाई (मी०)	दिक्मान
AB	180	S 88° E
BC	210	S 6° E
CD	190	S 40° W
DE	410	N 81° W
EA	440	N 48° E

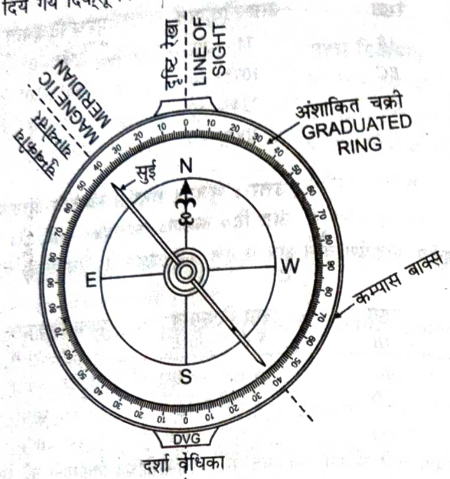
अंकन की मापनी (पैमाना), 1 cm = 50 m. (B.T.E.)

58. खुली चंक्रम की सर्वेक्षण जाँच कैसे की जाती है, लिखिये। (B.T.E.)

59. बन्द व खुली चंक्रम की त्रुटि की क्षेत्र एवं कार्यालय में जाँच करने की विधि लिखिये। (B.T.E.)

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

60. चित्र 3.61 में दिये गये दिकसूचक का नाम बतायें तथा पाठ्यांक पढ़ें।



चित्र 3.61

61. दिकसूचक सर्वेक्षण में त्रुटियों के कारण तथा उनसे बचाव के उपाय लिखिये। (B.T.E.)

61. (i) दिकसूचक चंक्रम में समापन त्रुटि क्या होती है? इसका ग्राफीय समायोजन कैसे किया जाता है? लिखिये। (B.T.E., A.M.I.E.)
(ii) चंक्रम का सन्तुलन (Balancing of Traverse) किसे कहते हैं, स्पष्ट उत्तर दें।

62. 1 cm = 10 m के पैमाने पर समान्तर याम्योत्तर विधि द्वारा निम्न आँकड़ों से एक चंक्रम का आरेखण करें और रेखा *DA* की लम्बाई व अग्र दिकमान नापें।

रेखा	लम्बाई (मी०)	दिकमान
AB	61 m	320°
BC	91·5 m	239°
CD	91·5 m	130°
DA	—	—

63. समान्तर याम्योत्तर विधि से दिकसूचक चंक्रम के अंकन (Plotting) की प्रक्रिया संक्षेप में लिखें। (B.T.E.)

64. टेन्जेन्ट विधि द्वारा चंक्रम के अंकन (Plotting) की प्रक्रिया स्पष्ट करें। (B.T.E.)

65. दिकसूचक सर्वेक्षण में परिशुद्धता के मान लिखिये। (B.T.E.)

4 तल-मापन या तलेक्षण (LEVELLING)

§ 4.1. परिभाषा एवं उद्देश्य (Definition and Purpose) :

भूमि पर स्थित बिन्दुओं की किसी निर्देश-तल (Datum) तल से उच्चता (ऊँचाई अथवा गहरायी) ज्ञात करने की कला को तल मापन (या तलेक्षण) कहते हैं। वांछित तल-अन्तर पर निर्देश तल अनुसार बिन्दुओं को भू-पृष्ठ पर स्थापित करना भी तलेक्षण कहलाता है। तलेक्षण द्वारा ही भू-पृष्ठ पर स्थित विभिन्न बिन्दुओं की सापेक्ष उच्चता (Relative Height) ज्ञात की जाती है। लखनऊ नगर कानपुर से कितना ऊँचा है, यह ज्ञात करना तलमापन द्वारा ही सम्भव है।

तलेक्षण में सभी माप ऊर्ध्वाधर समतल (Vertical Plane) में लिये जाते हैं।

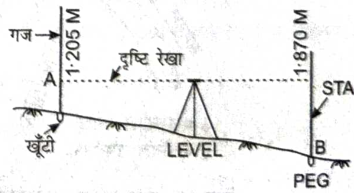
तलेक्षण, धरती सर्वेक्षण का एक महत्वपूर्ण भाग है। सड़कों, नहरों, रेल मार्गों, बाँधों, सुरंगों, जलीय संरचनाओं, शिरोपरि टैंकों, पाइप लाइनों, सीवरों, पुलों इत्यादि इन्जीनियरी निर्माण कार्यों में तल मापन की आवश्यकता पड़ती है। तलेक्षण द्वारा क्षेत्र का समोच्च नक्शा (Contour Plan) बनाया जाता nw, जो सभी इन्जीनियरी निर्माण के लिये आवश्यक होता है।

निर्माण परियोजना को मूर्तिरूप देना तलेक्षण की परिशुद्धता पर निर्भर करता है। परिशुद्ध तलेक्षण से ही दर्जनों सुरंगों को पार कर रेल पटरी शिव-सर्प की भान्ति सरकती हुयी, शिमला पहाड़ी पर पहुँच गयी और सतलज नदी का जल इन्द्रा नहर में बहता हुआ जैसलमेर की मरूभूमि की प्यास बुझाने लगा है, गंगा जल यमुना नदी को पार करके राजधानी दिल्ली के घरों में आने लगा है।

§ 4.2. तलेक्षण का सिद्धान्त (Principle of Levelling) :

तलेक्षण में, लेवल उपकरण से एक काल्पनिक क्षैतिज रेखा स्थापित की जाती है, जिसे दृष्टि रेखा (Line of Sight) कहते हैं और इस रेखा के संदर्भ से, वांछित बिन्दुओं की तलेक्षण गज (Levelling Staff) द्वारा ऊर्ध्वाधर दूरी (ऊँचाई/गहरायी) नापी जाती है।

तलेक्षण के सिद्धान्त के अनुसार यदि किसी बिन्दु पर गज-पाठ्यांक अधिक पढ़ा जाता है, तो वह बिन्दु कम गज-पाठ्यांक वाले अन्य बिन्दु से नीचा स्थित होगा।



चित्र 4.1—तलमापन (Levelling)

स्पष्टीकरण—चित्र 4.1 के अनुसार बिन्दु *A* पर गज-पाठ्यांक 1·205 m है और लेवल उपकरण की उसी स्थापना पर अन्य बिन्दु *B* पर गज-पाठ्यांक 1·870 m है—

अतः

A पर पाठ्यांक = 1·205 (+)
B पर पाठ्यांक = 1·870 (−)
अन्तर = 0·665 (−)

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

अर्थात् बिन्दु *B*, बिन्दु *A* से 0·665 m **नीचा** स्थित है अथवा बिन्दु *A*, बिन्दु *B* से 0·665 m **ऊँचा** है।

विभिन्न बिन्दुओं के समानीत तलों (Reduced Level–R.L.) की गणना इसी सिद्धान्त पर की जाती है।

ऊपर जिस क्षैतिज रेखा (दृष्टि रेखा) की कल्पना की गयी है, वह यदि पूर्णत: क्षैतिज रखी जाये, तो पृथ्वी के अंचल को छोड़ और इससे दूर होती हुयी अन्य ग्रहों की ओर निकल जायेगी, क्योंकि पृथ्वी की सतह क्षैतिज न होकर एक गोलाभ (Spheroid) की गोलाई है।

अत: परिशुद्ध तलेक्षण कार्यों में, क्षैतिज रेखा (दृष्टि रेखा) को पृथ्वी की वक्रता के लिये सुधार कर, एक समतल रेखा के रूप में लाया जाता है।

§ 4.3. तलेक्षण सम्बन्धी मूल शब्दावली (Basic Terms Used in Levelling):

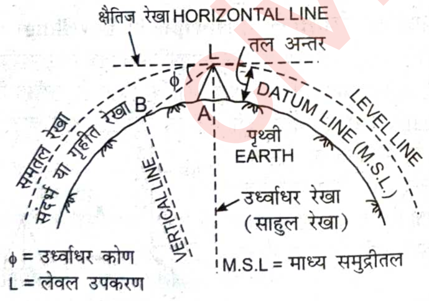
तलेक्षण सम्बन्धी मूल शब्दावली तथा इसकी परिभाषा निम्न है—

(1) **समतल सतह** (Level Surface)—समतल सतह एक ऐसी सतह को कहते हैं, जिस पर स्थित प्रत्येक बिन्दु पृथ्वी के केन्द्र से बराबर दूरी पर होता है और इसके सभी बिन्दुओं की उच्चता समान होती है।

अत: समतल सतह सदा पृथ्वी की माध्य गोलाभ सतह (Mean Spheroidal Surface) के समान्तर होगी और साहुल रेखा के लम्बवत् होगी। पृथ्वी का धरातल वक्र में होने के कारण **समतल सतह भी वक्र होती है।**

झील का शान्त जल एक समतल सतह प्रदर्शित करता है।

(2) **समतल रेखा** (Level Line)—समतल सतह में स्थित कोई भी सीधी रेखा समतल रेखा कहलाती है। यह प्रत्येक बिन्दु पर साहुल रेखा के लम्बवत् होती है (चित्र 4.2)।



चित्र 4.2—संदर्भ समतल व रेखायें (Reference Planes and Lines)

(3) **क्षैतिज समतल** (Horizontal Plane)—समतल सतह के किसी बिन्दु पर स्पर्शज्य समतल (Tangential Plane), क्षैतिज समतल कहलाता है। यह उस बिन्दु पर साहुल रेखा के समकोणिक होता है।

(4) **क्षैतिज रेखा** (Horizontal Line)—क्षैतिज समतल में स्थित कोई भी सीधी रेखा, क्षैतिज रेखा कहलाती है।

(5) **ऊर्ध्वाधर समतल** (Vertical Plane)—समतल सतह के किसी बिन्दु पर लम्बवत् समतल, ऊर्ध्वाधर समतल कहलाता है।

(6) **ऊर्ध्वाधर रेखा** (Vertical Line)—ऊर्ध्वाधर समतल में स्थित कोई भी सीधी रेखा, ऊर्ध्वाधर रेखा कहलाती है। यह समतल रेखा के लम्बवत् व साहुल की दिशा में होती है। यह किसी बिन्दु को पृथ्वी के केन्द्र (Centre) से मिलाने वाली सीधी रेखा होती है। क्षैतिज रेखा तथा ऊर्ध्वाधर रेखा एक-दूसरी के लम्ब होती हैं।

(7) **ऊर्ध्वाधर कोण** (Vertical Angle)—किसी ऊर्ध्वाधर समतल में स्थित किन्हीं दो रेखाओं के मध्य बनने वाले कोण को ऊर्ध्वाधर कोण कहते हैं। सर्वेक्षण में इन दो रेखाओं में से एक को क्षैतिज लिया जाता है।

(8) **निर्देश तल या आधार रेखा** (Datum Surface or Datum Line)—यह मानी गयी एक काल्पनिक समतल सतह या रेखा होती है, जिसके सन्दर्भ से अन्य बिन्दुओं की उच्चता ज्ञात की जाती है।

भारत में कराँची (अब पाकिस्तान) में माध्य समुद्र-तल (Mean Sea Level— M.S.L.) को निर्देश तल मानकर, महात्रिकोणमितीय सर्वेक्षण (Great Trigonometrical Survey—G.T.S.) सम्पन्न किया गया था। निर्देश तल का मान शून्य रखा गया है। अब मुम्बई (भारत) का औसत समुद्र-तल आधार माना गया है। विश्व के अन्य देश भी अपने निकटतम समुद्र के औसत तल को गृहीत तल मानकर चले हैं।

माध्य समुद्री तल, ज्वार-भाटे की सभी अवस्थाओं में समुद्र का औसत तल है, जो गत 19 वर्षों (चन्द्रमा की परिक्रमा) के आँकड़ों के आधार पर निर्धारित किया जाता है।

(9) **समानीत तल** (Reduced Level—R.L.)—निर्देश तल (Datum) से किसी बिन्दु की ऊँचाई/गहराई उस बिन्दु का समानीत तल कहलाता है। निर्देश तल से ऊपर स्थित बिन्दु का मान धनात्मक (+) तथा नीचे स्थित बिन्दु का मान ऋणात्मक (–) लिया जाता है। इसे उच्चता (Elevation) भी कहते हैं।

(10) **निर्देश तल चिन्ह** (Bench Mark—B.M.)—निर्देश तल चिन्ह ऐसे स्थायी बिन्दु या निशान को कहते हैं, जिसकी उच्चता किसी संदर्भित निर्देश तल (Datum) से ज्ञात होती है और **जिसके संदर्भ से अन्य बिन्दुओं की उच्चता मापी जाती है।**

तलेक्षण कार्य सदा तल चिन्ह से शुरू किया जाता है अथवा तल चिन्ह पर लाकर समाप्त क़िया जाता है।

निर्देश तल चिन्ह के प्रकार निम्न हैं—

(i) जी० टी० एस० या महात्रिकोणमितीय सर्वेक्षण तल चिन्ह (G.T.S. Bench Mark),
(ii) स्थायी तल चिन्ह (Permanent Bench Mark),
(iii) अस्थायी तल चिन्ह (Temporary Bench Mark),
(iv) स्वेच्छ तल चिन्ह (Arbitrary Bench Mark)।

(i) **जी० टी० एस० तल चिन्ह**—यह मानक स्थायी तल चिन्ह है जो भारत के सर्वे विभाग (Survey of India) ने बड़ी परिशुद्धता से माध्य समुद्र तल (Mean Sea Level) के संदर्भ में पूरे देश में उचित दूरियों पर स्थापित कर रखे हैं। इनकी स्थिति तथा समानीत तल (R.L.) जी० टी० एस० नक्शों में दिये गये हैं। भारत में कंक्रीट की चोकी (Pedestal) बनाकर, इस के

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

ऊपर काँसे की प्लेट जड़कर, उस पर उस जगह का (ज्ञात करके) निर्देश तल खुरच (engraved) कर, G.T.S. बैंच मार्क की पुख्ता पहचान कायम की जाती है।

(ii) स्थायी तल चिन्ह—जी० टी० एस० तल चिन्ह संख्या में कम हैं और बहुत दूरी पर स्थित हैं। तलेक्षण कार्य में आसानी रहे, सार्वजनिक निर्माण विभाग (P.W.D.) ने जी० टी० एस० तल चिन्हों के मध्य स्थित क्षेत्र में तथा इनके संदर्भ में अपने तल चिन्ह स्थापित कर रखे हैं, जिन्हें स्थायी तल चिन्ह कहते हैं। यह तल चिन्ह अधिकतर पक्के बिन्दुओं, जैसे—सरकारी भवनों की कुरसी, कुएँ का फर्श, पुलों का पेरापिट, रेलवे स्टेशन का प्लेटफार्म, सड़कों/रेल पथ के मील पत्थर (किलोमीटरी पत्थर) इत्यादि पर बनाये गये हैं और इनका मान पकी सतह को खुरच कर अंकित कर दिया जाता है।

(iii) अस्थायी तल चिन्ह—जब तलेक्षण कार्य एक दिन में पूर्ण नहीं हो पाता है, तो अस्थायी तल चिन्ह स्थापित करके, कार्य उस पर रोक दिया जाता है, और अगले दिन उसी तल चिन्ह से आगे बढ़ाया जाता है।

जब कार्य स्थायी तल चिन्ह पर लाकर समाप्त नहीं हो पाता, तब भी अस्थायी तल चिन्ह स्थापित किया जाता है।

(iv) स्वेच्छ तल चिन्ह—छोटे तथा कम महत्व के तलेक्षण कार्यों में निकट क्षेत्र के किसी पक्के चबूतरें/सड़क किनारे का कोई स्वेच्छ समानीत तल मान लिया जाता है। भवनों के तल निर्धारित करने तथा घरेलू जल-निकास नालियों की ढाल के लिये स्वेच्छ तल चिन्ह कार्य उपयोगी रहता है। ऐसे तल चिन्हों की उच्चता प्राय: 100.00 अथवा 200.00 मी० मान ली जाती हैं।

§ 4.4. उच्चता ज्ञात करने की विधियाँ (Methods to Determine Elevation) :

किसी बिन्दु की उच्चता, किसी अन्य संदर्भित बिन्दु से ज्ञात करने की निम्न चार विधियाँ हैं—

(i) वायु दाबमापी द्वारा (Barometric Levelling)
(ii) हाइप्सोमीटर द्वारा (Hypsometry)
(iii) त्रिकोणमितीय गणनाओं द्वारा (Trigonometric Levelling)
(iv) पाणसल या स्पिरिट लेवल द्वारा (Spirit Tube or Direct Levelling)।

पहली तीन विधियाँ तल मापन की **अप्रत्यक्ष विधियाँ** हैं जबकि अन्तिम तल मापन की **प्रत्यक्ष विधि** है। इस पुस्तक में इसी विधि की विस्तृत चर्चा की गयी है।

(i) दो बिन्दुओं का तल अन्तर ज्ञात करने के लिये वायु दाबमापी (Barometer) प्रयोग किया जाता है, परन्तु यह इतना शुद्ध परिणाम नहीं देता है, क्योंकि वायुमण्डलीय दाब दिन में बार-बार बदलता रहता है।

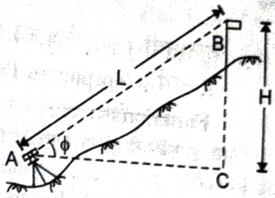
(ii) पानी के उबलने का उस स्थान के वायु दाब से सम्बन्ध होता है। हाईप्सोमीटर द्वारा पानी के उबलने का तथा उस से सम्बन्धित वायु दाब का मान ज्ञात करके उस बिन्दु के तल की गणना की जाती है। तल मापन की यह कोई विश्वसनीय इन्जीनियरी विधि नहीं है।

(iii) आपस में दिखाई देने वाले दो बिन्दुओं का तल अन्तर, उनके मध्य सीधी दूरी (तिरछी दूरी) ज्ञात करके तथा ऊर्ध्वाधर कोण मापन करके त्रिकोणमितीय सूत्रों से ज्ञात किया जा सकता है—

चित्र 4.3 में,

$$BC = AB \sin \phi$$

अथवा $$H = L \sin \phi \qquad \ldots(4.1)$$



चित्र 4.3

ऊर्ध्वाधर कोण ϕ थियोडोलाइट से तथा दूरी L स्टेडिया (Stadia) से ज्ञात की जाती है। इसे टैक्योमीटरी (अथवा टेकोमीटर) सर्वेक्षण (Tacheometric Survey) भी कहते हैं। यह विधि पहाड़ी क्षेत्रों के तलेक्षण के लिये अधिक उपयुक्त है। टैक्योमीटरी सर्वेक्षण उच्च कक्षाओं में पढ़ाया जाता है।

(iv) परिशुद्धता से तल अन्तर ज्ञात करने के लिये लेबल उपकरण इन्जीनियरों के लिये अधिक विश्वसनीय सिद्ध हुआ है। पाणसल के बुलबुले को मध्य निशान पर रखते हुये, दूरबीन से एक क्षैतिज (दृष्टि) रेखा (काल्पनिक) संस्थापित की जाती है और बिन्दुओं पर अंशांकित गज रखकर उनका ऊर्ध्व अन्तर पढ़ लिया जाता है।

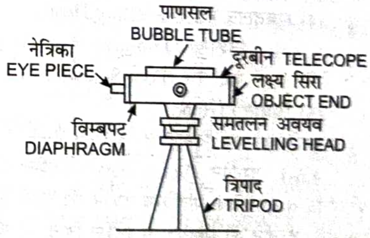
(I) तलेक्षण उपस्कर (LEVELLING EQUIPMENTS)

§ 4.5. तल मापन उपस्कर (Equipments) :

तलेक्षण कार्य के लिये निम्न दो उपकरणों की आवश्यकता पड़ती है—

(a) तलमापी या लेवल यन्त्र (Level)
(b) तलेक्षण गज (Levelling Staff)

लेवल यन्त्र की दूरबीन से बिन्दुओं (स्टेशनों) पर रखे गये तलेक्षण गज को पढ़ा जाता है और इनका अभिलेख लेवल पंजी में रखा जाता है।



चित्र 4.4—लेवल उपकरण

लेवल यन्त्र के निम्न चार मुख्य घटक होते हैं—

(i) दूर-दर्शक या दूरबीन (Telescope)—दृष्टि रेखा स्थापित करने के लिये
(ii) पाणसल (Bubble Tube or Level Tube)—दृष्टि रेखा को ठीक क्षैतिज बनाने के लिये
(iii) समतलन हैड (Levelling Head)—पाणसल बुलबुले को केन्द्र में लाने के लिये
(iv) त्रिपाद (Tripod)—यन्त्र को उचित ऊँचाई पर स्थापित करने के लिये।

तलेक्षण गज, लकड़ी का लम्बा आयताकार दण्ड होता है, जिस पर पेन्ट से मीटर व इसके अंशों (सेमी० व मिमी०) के निशान बने रहते हैं।

लेवल यन्त्र से एक काल्पनिक क्षैतिज दृष्टि रेखा, जिन बिन्दुओं का तल अन्तर ज्ञात करना होता है, उनके मध्य दौड़ाई जाती है और तलेक्षण गज पर इनका तल-अन्तर पढ़ लिया जाता है।

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

§ 4.6. तलमापी (या लेवल) उपकरण के कार्यमूलक घटक तथा उनका प्रकार्य (Component Parts of a Leveling Instrument and their Functions) :

एक इन्जीरियरी लेवल उपकरण चित्र 4.4 में दिखाया गया है। लेवल में निम्न मुख्य घटक होते हैं—

(1) दूरबीन या दूर-दर्शक (Telescope)—
- (i) दूरबीन नलिका (Telescopic Tube)
- (ii) नेत्रिका (Eye Piece)
- (iii) लक्ष्य काँच (Object Glass)
- (iv) बिम्ब पट या डायाफ्राम (Diaphragm)
- (v) फोकसी पेंच (Focussing Screw)
- (vi) क्लेम्प पेंच (Clamp Screw)
- (vii) मन्द गति पेंच (Slow Motion Screw)

(2) पाणसल (Bubble Tube)—
- (i) अनुदैर्ध्य या लम्बी पाणसल (Longitudinal Bubble Tube)
- (ii) आड़ी पाणसल (Cross Bubble Tube)
- (iii) गोलाकार या डिब्बी पाणसल (Pill Box Bubble)

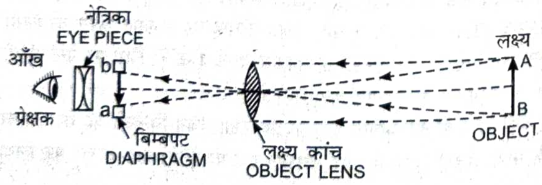
(3) दिक्सूचक या कुतुबनुमा (Magnetic Compass)—

(4) समतलन हेड (Levelling Head)—
- (i) त्रिशाखी (Tribrach) व ट्राइवेट (Trivat) प्लेटें
- (ii) पाद पेंच (Foot Screws or Levelling Screws)

(5) त्रिपाद (Tripod)—

इन घटकों का विस्तृत वर्णन निम्न है—

4.6-1. दूरबीन (Telescope)—दूरबीन दूरी पर स्थित किसी लक्ष्य (Object) का परिवर्धित व वास्तविक प्रतिबिम्ब दर्शाने का कार्य करती है ताकि मानव-आँख उसको पहचान व पढ़ सकें। दूरबीन की सहायता से स्टेशन बिन्दु पर खड़े किये तलेक्षण गज का पाठ्यांक पढ़ा जाता है। यह लेवल यन्त्र का मुख्य घटक है। दूरबीन पीतल की एक लम्बी नलिका (Tube) होती है, जिसके अगले सिरे पर लक्ष्य या अभिदृश्य काँच (Object Lens), पिछले सिरे पर नेत्रिका (Eye Piece) तथा नेत्रिका काँच के कुछ आगे बिम्बपट (Diaphragm), नलिका के भीतर लगा रहता है। दूरबीन प्रकाशीय सिद्धान्त पर कार्य करती है।



चित्र 4.5—दूरबीन का प्रकाशीय आरेख

लक्ष्य (Object) से निकलने वाली प्रकाशीय-किरणें, लक्ष्य काँच से होकर बिम्बपट पर लक्ष्य का **वास्तविक परन्तु उल्टा प्रतिबिम्ब** बनाती है, जिसे नेत्रिका बड़ा करके दिखाती है (चित्र 4.5)।

फोकसन (Focusing)—दूर स्थित लक्ष्य का स्पष्ट प्रतिबिम्ब, बिम्बपट की कृष-तन्तुओं के समतल पर लाने की क्रिया को लेवल का फोकसन कहते है। लक्ष्य का प्रतिबिम्ब ठींक बिम्ब पट पर ही पड़े और नेत्रिका उसे स्पष्ट करे, इसके लिये दूरबीन का फोकसन करना आवश्यक है अर्थात् लक्ष्य काँच तथा नेत्रिका को **आगे-पीछे** सरका कर नयी स्थिति में लाया जाता है। फोकसन क्रिया में बिम्बपट **स्थिर** रहता है।

पूर्ण फोकसन के लिये दो क्रियायें सम्पन्न की जाती हैं—
- (a) नेत्रिका का फोकसन (Focusing the Eye Piece),
- (b) लक्ष्य काँच का फोकसन (Focusing the Object Glass)।

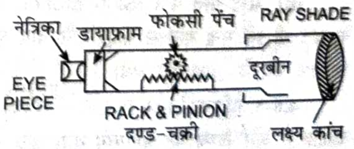
(a) नेत्रिका (Eye Piece) **का फोकसन**—बिम्बपट के मध्य भाग पर कृसतनु (Cross Hair) बने होते हैं ताकि गज का सही निशान, जो दृष्टि रेखा के ठीक सामने पड़ता है, पहचाना जा सके और पढ़ा जा सके। इन कृसतन्तु को स्पष्ट देखने के लिये नेत्रिका को आगे-पीछे सरकाया (फोकस) जाता है। नेत्रिका का फोकसन प्रेक्षक की नजर पर निर्भर करता है। यदि एक ही प्रेक्षक गज पर पाठ्यांक पढ़ रहा है, तो नेत्रिका का फोकसन एक ही बार करना पड़ता है।

नेत्रिका का फोकसन करते समय, दूरबीन का लक्ष्य सिरा आकाश (शून्य) की ओर कर दिया जाता है अथवा लक्ष्य काँच के आगे एक सफेद कागज कर दिया जाता है।

(b) लक्ष्य काँच (Object Glass) **का फोकसन**—लक्ष्य का प्रतिबिम्ब दूरबीन के बिम्बपट के कृसतन्तुओं पर स्पष्ट दिखाई पड़े-इसके लिये लक्ष्य काँच का फोकसन किया जाता है। इस आधार पर निम्न दो प्रकार की दूरबीन बनायी गयी हैं—
- (i) बाह्य फोकसन दूरबीन (External Focusing Telescope)
- (ii) आंतरिक फोकसन दूरबीन (Internal Focusing Telescope)।

जब दूरबीन का फोकसन लक्ष्य-काँच या नेत्रिका के बाहरी प्रचालन द्वारा किया जाता है, इसे बाह्य फोकसन दूरबीन कहते हैं। जल दूरबीन का फोकसन, इसके भीतर लगे अतिरिक्त लेंस (Negative lens) को (आगे-पीछे), सरका कर किया जाता है, तब यह आन्तरिक फोकसन दूरबीन कहलाती हैं। पुराने लेवल उपकरणों में बाह्य फोकसन दूरबीन लगायी जाती थी, परन्तु आधुनिक उपकरणों में आंतरिक फोकसन दूरबीन फिट की जाती है।

(i) बाह्य फोकसन दूरबीन—बाह्य फोकसन दूरबीन दोहरी नलिकाओं की बनी होती है, जो फोकसी पेंच घुमाने पर, दण्ड-चक्री व्यवस्था से एक-दूसरी के ऊपर सरकती है। एक व्यवस्था के अनुसार एक नलिका के साथ लक्ष्य काँच तथा दूसरी के साथ नेत्रिका व बिम्ब-पट आबद्ध रहते हैं। पेंच घुमाने पर लक्ष्य काँच आगे-पीछे सरकता है अथवा नेत्रिका व बिम्बपट नये स्थान पर आ जाते हैं और लक्ष्य का प्रतिबिम्ब स्पष्ट हो जाता है।



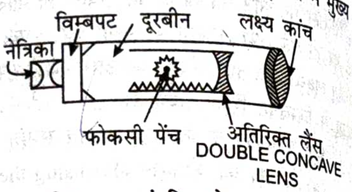
चित्र 4.6—बाह्य फोकसन दूरबीन

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

नलिकाओं को दण्डचक्री (Rack and Pinion) व्यवस्था से सरकाया जाता है। बाह्य फोकसन दूरबीन चित्र 4.6 में दिखाई गयी है।

(ii) आन्तरिक फोकसन दूरबीन—इस दूरबीन में लक्ष्य-कांच व नेत्रिका-कांच स्थिर रखे जाते हैं, केवल नलिका के भीतर लगा अतिरिक्त लेंस ही हरकत करता है। दूरबीन में मुख्य नलिका के भीतर एक छोटी, सरकने वाली नलिका (Slide) लगाई जाती है, जिसमें एक दोहरा अवतल लेंस (Double Concave Lens) फिट होता है। यह छोटी नलिका (स्लाइड) लक्ष्य सिरे व नेत्रिका के मध्य भाग में डाली जाती है और फोकसन पेंच से इसे आगे-पीछे सरकाया जा सकता है। फोकसन से लक्ष्य का प्रतिबिम्ब बिम्बपट पर स्पष्टता से दिखाई देने लगता है (चित्र 4.7)।



चित्र 4.7—आंतरिक फोकसन दूरबीन

लाभ—आन्तरिक फोकसन व्यवस्था के लाभ निम्न हैं—

(i) फोकसन के समय दूरबीन नलिका की लम्बाई स्थिर रहती है।

(ii) नलिका बाहर नहीं आती है। इससे उपकरण का सन्तुलन बना रहता है। दूरबीन अपने अक्ष के प्रति सरलता से घुमायी जा सकती है।

(iii) पाणसल का बुलबुला अपनी जगह पर बना रहता है, क्योंकि स्लाइड बहुत ही हल्की तथा दूरबीन नली के मध्य डाली जाती है।

(iv) नलिका का घिसन कम होता है।

(v) दूरबीन के भीतरी भाग में धूल-मिट्‌टी, नमी नहीं घुसने पाती है।

(vi) दूरबीन के दोनों सिरे पूर्णत: बन्द रखे जा सकते हैं।

(vii) संधान रेखा (Line of Collimation) विचलित नहीं होती है।

आन्तरिक फोकसन दूरबीन का **दोष** यह है कि अतिरिक्त लेंस के कारण, प्रतिबिम्ब की चमक **घट** जाती है तथा नलिका की भीतरी सफाई में दिक्कत आती है।

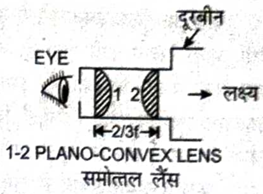
4.6-2. संचालन पेंच (Movement Screw)—फोकसी पेंच के अतिरिक्त लेवल यन्त्र में निम्न संचालन पेंच लगाये जाते हैं, जो दूरबीन को साधने के काम आते हैं—

(i) **क्लेम्प पेंच** (Clamp Screw)— दूरबीन को क्षैतिज समतल में घूमने से रोके रखने के लिये यह पेंच लगाया जाता है। तलेक्षण गज पर दूरबीन को साध कर इसे क्लेम्प पेंच द्वारा जकड़ दिया जाता है।

(ii) **मन्द गति पेंच** (Slow Motion Screw)—यह पेंच दूरबीन को क्लेम्प कर देने के बाद भी इसे मन्द गति से थोड़ा दायें-बायें घूमने देता है ताकि बिम्ब पट के कृस तन्तु ठीक तलेक्षण गज के अक्ष को बंधें।

4.6-3. नेत्रिका (Eye Piece)—नेत्रिका लक्ष्य के प्रतिबिम्ब को बड़ा करके (आवर्धित) दर्शाती है और बिम्ब पट पर लगे कृस तन्तु को चमकाती है, जिससे तलेक्षण गज पर पठन सरल हो जाता है।

दूरबीन में लगने वाली नेत्रिका कई प्रकार की होती है, परन्तु रेम्सडन नेत्रिका (Ramsden Eye Piece) का अधिक उपयोग होता है। इसमें दो समान फोकस दूरी के समोत्तल (plano-convex) लैसों को $\frac{2}{3}f$ की फोकसन दूरी (Focal Length) पर रखा जाता है। दोनों लेंस की वक्रदार फलकें एक-दूसरी की तरफ रखी जाती हैं। (चित्र 4.8)।



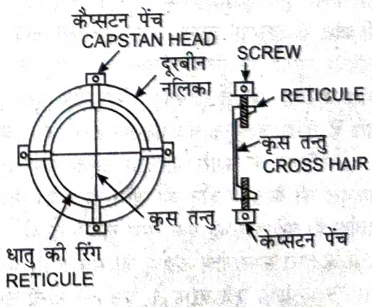
चित्र 4.8—नेत्रिका (Eye piece)

इस नेत्रिका से प्रेक्षक को लक्ष्य काँच द्वारा बनाया गया उल्टा प्रतिबिम्ब उसी दिशा में दिखाई पड़ता है।

4.6-4. लक्ष्य काँच या अभिदृश्य लेन्स (Object Glass or Objective)—यदि दूरबीन में एकल सामान्य लेंस लगाया जाये तो अनेक प्रकाशीय दोष उत्पन्न होते हैं, जिस कारण प्रतिबिम्ब मुड़ा हुआ, वक्रित, बदरंग व अस्पष्ट दीख पड़ता है। अत: इसमें संयुक्त लेंस प्रयोग किये जाते हैं। लक्ष्य काँच दो लेंसों का बना हुआ संयुक्त (Compound) लेंस होता है, जिसे एक्रोमेटिक लेंस (Achromatic Lens) कहते हैं। लक्ष्य की तरफ वाला दोहरा उत्तल लेंस (Double Convex), क्राउन काँच का तथा उसके पीछे वाला अवतलोत्तल लेंस (Convexo-concave), फ्लिट काँच का बना होता है (चित्र 4.9)। इस प्रकार के लेंस में प्रकाशीय किरणों में विपथन का दोष नहीं आता है और प्रतिबिम्ब स्पष्ट बनता है।

चित्र 4.9—लक्ष्य काँच (Object Glass)

4.6-5. बिम्बपट या डायाफ्राम (Diaphragm)—लेवल का फोकसन करने पर, जिस स्थिर ऊर्ध्व समतल (Fixed Plane) पर लक्ष्य का प्रतिबिम्ब बनता है, उसे बिम्बपट (या डायाफ्राम) कहते हैं। बिम्ब पट पर यह प्रतिबिम्ब स्पष्ट परन्तु **उल्टा** दीखता है। बिम्बपट पीतल अथवा गन मेटल का एक छल्ला (रिंग) होता है जिसके अन्दर एक-दूसरे के लम्बवत् कृस तन्तु (Cross Hair) लगे रहते हैं (चित्र 4.10)। यह धागे कीट कोष (मकड़ी) (Cocoon) के होते हैं अथवा प्लाटिनम की महीन तार होती है। ये धागे (तारे) दृष्टि रेखा (Line of Sight) बनाते हैं। क्षैतिज धागा (तार) गज का पाठ्यांक पढ़ने और ऊर्ध्वाधर धाग (धागे) गज की सिधाई के जाँचने के काम आते हैं। रिंग की बाहरी परिधि पर चार सिरा बिंधे पेंज (केपस्टन पेंच) (Capstan-head Screw) लगाये जाते हैं, जिनकी सहायता से रिंग (डायाफ्राम) को थोड़ा ऊपर-नीचे अथवा दायें-बायें सरकाया जा सकता है ताकि कृस तन्तु ठीक केन्द्र में लाये जा सकें। डायाफ्राम को विस्थापित करने के लिये पहले एक तरफ का पेंच ढीला किया जाता है, फिर विपरीत सिरे के पेंच को कसा जाता है। जिस पेंच को कसा जाता है, डायाफ्राम उसी तरफ सरकता है।

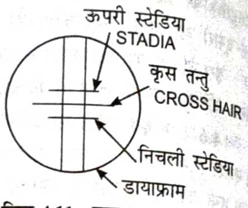


चित्र 4.10—बिम्बपट या डायाफ्राम (Diaphragm)

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

कुछ आधुनिक उपकरणों में डायाफ्राम पतली काँच का बना होता है, जिसमें बहुत ही महीन सीधी-आड़ी रेखायें कटी होती हैं, जो कृस तन्तु का काम देती हैं। क्योंकि नेत्रिका कृस तन्तु को थोड़ा बड़ा करके दिखाती है, इसलिये काँच पर कटी रेखायें महीन होनी चाहियें। काँच का डायाफ्राम इसलिये ठीक रहता है कि कृसतन्तु की भान्ति काँच पर कटी रेखायें नीचे को नहीं झुकती हैं, परन्तु इस पर धूली आदि एकत्रित होने पर प्रतिबिम्ब धुँधला पड़ जाता है।

कृस तन्तु कई प्रकार से लगाये जाते हैं। चित्र 4.11 में दिखाये गये बिम्बपट में दो समान्तर ऊर्ध्वाधर रेखायें तलेक्षण गज की ऊर्ध्वाधर सीध की जाँच करने के लिये तथा मध्य की लम्बी क्षैतिज रेखा गज पठन के लिये होती हैं। ऊपर-नीचे की अतिरिक्त क्षैतिज रेखायें स्टेडिया टैक्योमीटरी (टेकोमीटरी) के प्रेक्षण में काम आती हैं। इनके द्वारा लक्ष्य की उपकरण से क्षैतिज दूरी ज्ञात की जाती है।

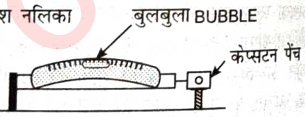


चित्र 4.11—कृस तन्तु (Cross Hair)

4.6-6. पाणसल (Bubble Tube or Level Tube)—पाणसल एक क्षैतिज समतल दर्शाती है। लेबल उपकरण को क्षैतिज करने अर्थात् इसकी अक्ष रेखा को क्षैतिज समतल में लाने के लिये पाणसल का प्रयोग किया जाता है।

मुख्य पाणसल दूरबीन की लम्बी दिशा में, इसके समान्तर फिट की जाती है। एक छोटी पाणसल दूरबीन की आड़ी दिशा (Cross Bubble) में भी लगायी जाती है। आड़ी पाणसल के स्थान पर, आधुनिक उपकरणों में गोलाकार या पिलबाक्स (Pill-Box) पाणसल लगायी जाती है।

मुख्यत: पाणसल काँच की दोनों सिरों पर बन्द एक छोटी वक्रदार नलिका होती है, जिसमें अलकोहल (Alcohol) व ईथर (Ether) का मिश्रित घोल भरा जाता है। तरल भरते समय नलिका का थोड़ा भाग खाली छोड़ दिया जाता है, जिसमें वायु का एक बुलबुला बना रहता है। यह बुलबुला जब नलिका के मध्य बिन्दु (निशान) पर होता है, तो पाणसल पूर्णत: क्षैतिज होती है। नलिका का खोल भीतर से पूर्णत: वक्र में होना चाहिये ताकि नलिका के क्षैतिज होने पर बुलबुला वक्र के उच्चतम बिन्दु अर्थात् नलिका के मध्य निशान पर आ जाये। नलिका में भरा घोल ताप परिवर्तन के कारण जमना अथवा फैलना नहीं चाहिये। सुरक्षा के लिये नलिका को धातु के खोल में रखा जाता है जिसका ऊपरी भाग खुला होता है ताकि बुलबुला का प्रचलन देखा जा सकें।



चित्र 4.12—पाणसल (Bubble Tube)

नलिका के ऊपरी भाग पर इसके मध्य बिन्दु से दोनों तरफ निशान बने रहते हैं, ताकि बुलबुले की केन्द्र में होने की जाँच हो सके। निशान का एक भाग 2 mm (अथवा 0.1 इन्च) दर्शाता है। पाणसल का एक सिरा लेवल दूरबीन से आबद्ध होता है जबकि दूसरा सिरा कैप्सटन पेंचों के द्वारा ऊपर/नीचे उठाया जा सकता है। जब दोनों सिरों पर कैप्सटन पेंच लगे होते हैं, तो समंजन के लिये एक तरफ के पेंच को ढीला तथा दूसरी तरफ के पेंच को कसा जाता है।

4.6-7. दिक्सूचक (Magnetic Compass)—सर्वेक्षण रेखाओं का दिक्मान ज्ञात करने के लिये लेवल उपकरण में दिक्सूचक लगाया जाता है। आधुनिक लेवलों में यह अलग से बने

खाँचे में अटकाया जा सकता है ताकि आवश्यकता न रहने पर इसे निकाल कर बक्से में रख दिया जाये।

लेवल का दिक्सूचक चुम्बकीय प्लेट प्रकार का होता है। कुछ दिक्सूचकों में शून्य का अंक पश्चिम (West) सिरे पर खुदा होता है, क्योंकि लेवल की आड़ी दिशा में घूम कर दिक्सूचक का मान पढ़ा जाता है।

रेखा का दिक्मान पढ़ते समय, लेवल की दूरबीन गज पर साधे होनी चाहिये। दिक्मान पढ़ने के बाद दिक्सूचक की सुई को क्लेम्प कर देना चाहिये।

4.6-8. समतलन हेड (Levelling Head)—लेवल दूरबीन की तली पर समतलन हेड लगाया जाता है। यह लेवल को त्रिपाद पर कसने तथा पाणसल के बुलबुले को मध्य में लाने के काम आता है।

समतलन अवयव में तिकोनी शक्ल की दो समान्तर प्लेटें, एक-दूसरे के ऊपर, तीन अथवा चार पाद पेंचों (Foot Screws), द्वारा ऊपर-नीचे सटी रहती हैं। ऊपरी प्लेट को **त्रिशाखी** (Tribrach) तथा निचली प्लेट को **ट्रावेट** (Trivat) कहते हैं। प्लेटों के मध्य भाग में वृत्ताकार छिद्र बना होता है, जिसमें भीतरी चूड़ियाँ कटी होती हैं। समतलन हैड को त्रिपाद-शीर्ष के साक्ट-हैड पर रख कर कस दिया जाता है।

पाद पेंचों को घुमाने से त्रिशाखी प्लेट का उस तरफ का किनारा ऊपर उठता अथवा नीचे सरकता है और उसी के अनुरूप पाणसल का बुलबुला हरकत करता है। पाद पेंचों को समतलन पेंच (Levelling Screws) भी कहते हैं। चार पाद-पेंचों वाले लेवल में यद्यपि उपकरण अधिक स्थिर बना रहता है, परन्तु समतलन-क्रिया ठीक से नहीं हो पाती है और पेंचों की खिसावट भी अधिक होती है। अत: अब तीन पाद पेंचों वाला लेवल यन्त्र अधिक प्रचालित है।

4.6-9. त्रिपाद (Tripod)—यह तीन टाँगों वाला लकड़ी का दृढ़ ढाँचा होता है, जिन पर लेवल उपकरण को रखकर कसा जाता है। त्रिपाद के शीर्ष पर लगे सॉकेट पर बाह्य चूड़ी कटी होती है, जिसके ऊपर आन्तरिक चूड़ी कटा, लेवल का समतलन हेड रख कर कसा जाता है। जब त्रिपाद उपयोग में न आ रहा हो, तो इसके शीर्ष (साक्ट) पर धातु की टोपी चढ़ा दी जाती है, ताकि इसकी चूड़ियाँ क्षतिग्रस्त न होने पाये।

त्रिपाद के निचले सिरों (पाद) पर धातु के नुकीली शाम लगी रहती हैं, ताकि यह सैट करने पर फिसलने न पायें। जब पक्के फर्श पर लेवल सैट करना पड़ जाये, तो नुकीली शाम को फर्श-जोड़ में अटकाना चाहिये।

त्रिपाद की टाँगें इस प्रकार फैलानी चाहियें, कि नेत्रिका सिरे पर खड़े होकर गज पठन करते समय ये सर्वेक्षक की टाँगों से न टकरायें। त्रिपाद व उपकरण को जमीन पर इतनी ऊँचाई पर सैट करना चाहिये कि सर्वेक्षक महोदय की आँख दूरबीन में झांक सके।

§ 4.7. लेवल यन्त्र के प्रकार (Types of Level) :

अनेक प्रकार के लेवल उपकरण इस समय विभिन्न देशों में प्रचलित हैं। उपकरण निर्माण तकनीक में लगातार विकास होने के कारण, एक ही प्रकार के लेवल की मूल (पुरानी) बनावट तथा वर्तमान आकृति में भारी अन्तर आ गया है। पुराने लेवलों की तुलना में आधुनिक लेवल अधिक मजबूत, ठोस (Compact), न्यूनतम चल अंगों वाले, धूप-धूल से परिरक्षित तथा सुहस्त बनाये जाने लगे हैं और इनका कम्पुटरीकरण भी किया जाने लगा है। मूल बनावट के आधार पर

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

लेवल उपकरण निम्न प्रकार के होते हैं—

(1) डम्पी लेवल (Dumpy Level)
(2) वाई लेवल (Wye or Y-Level)
(3) उत्क्रमणीय लेवल (Reversible Level)
(4) झुकाऊ लेवल या अभिनम्य तलमापी (Tilting Level)
(5) आधुनिक लेवल (Modern Level)

डम्पी लेवल में दूरबीन मजबूती से ऊर्ध्वाधर पिण्डी (Spindle) से जुड़ी होती है। वाई लेवल में दूरबीन Y-आकार के आधार पर टिकी रहती है। उत्क्रमणीय लेवल में डम्पी और वाई की मिली-जुली विशेषतायें होती हैं। झुकाऊ लेवल में दूरबीन व पाणसल को ऊर्ध्वाधर समतल में झुकाया जा सकता है। आई० ओ० पी० लेवल झुकाऊ लेवल का आधुनिक रूप है।

लेवल यन्त्र को त्रिपाद पर सैट करके, दूरबीन का फोकसन करने पर लक्ष्य का प्रतिबिम्ब (वास्तविक परन्तु उल्टा हुआ) लक्ष्य कांच (Object Lens) से होकर बिम्ब पट (Diaphragm) पर पड़ता है, जो नेत्रिका (Eye Piece) द्वारा आवर्धित (Magnify) हुआ दिखाई पड़ता है। अत: **लक्ष्य कांच से बिम्बपट की दूरी, फोकस-दूरी** (Focal Length) कहलाती है और उपकरण को इसी दूरी के आधार पर प्रदर्शित किया जाता है, जैसे 175 mm, 225 mm, 300 mm, 350 mm वाला लेवल उपकरण।

सभी लेवल उपकरणों के साथ इसकी वंश-पत्री (History Sheet) रखी जाती है, जिसमें उपकरण का नाम, प्रकार, मार्का, मूल्य, क्रय तिथि, मरम्मत का विवरण तथा अन्तरण (Transfer) का ब्यौरा दर्ज किया जाता है। निर्माणकर्त्ता द्वारा उपकरण के साथ कुछ आवश्यक टूल भी सप्लाई किये जाते हैं।

§ 4.8. डम्पी लेवल (Dumpy Level)

इस लेवल का विकास ग्रेवट (W. Gravatt) ने किया था। यह लेवल क्योंकि (उस समय प्रचलित) वाई लेवल से लम्बाई में काफी छोटा और गोलाई में अधिक मोटा था, अत: इसे डम्पी लेवल नाम दिया गया। डम्पी लेवल में इसकी दूरबीन नलिका (Telescope) दो कालरों द्वारा ऊर्ध्वाधर पिण्डी (Spindle) से स्थायी रूप से जुड़ी रहती है। इस कारण दूरबीन न ही अपने अनुदैर्ध्य अक्ष के प्रति घुमायी जा सकती हैं और न ही आलम्बों (Supports) से बाहर निकाली जा सकती है। लेवल की पिण्डी (Spindle) समतलन-हैड की सॉक्ट में घूम सकती हैं। इसे ठोस डम्पी (Solid Dumpy) भी कहते हैं।

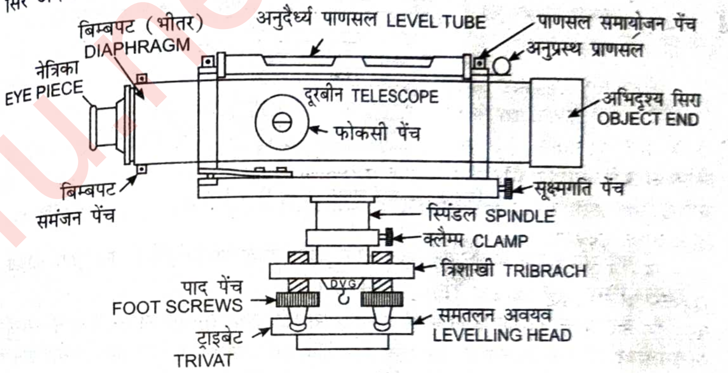
डम्पी लेवल में दूरबीन के एक सिरे पर लक्ष्य काँच (Object Glass) तथा दूसरे व्यासीय विपरीत सिरे पर नेत्रिका (Eye Piece) लगी रहती है। नेत्रिका के आगे नलिका में बिम्बपट (Diaphragm) फिट होता है। फोकसी पेंच (Focussing Screw) द्वारा दूरबीन का फोकस करने पर स्टेशन-बिन्दु पर रखे (खड़े किये) तलेक्षण गज का उल्टा प्रतिबिम्ब विम्बपट डायाफ्राम पर पड़ता है, जिसे नेत्रिका की सहायता से पढ़ा जाता है।

दूरबीन-नलिका के शीर्ष से सटी हुई एक लम्बी पाणसल (Bubble Tube) तथा इसके आड़ी एक छोटी पाणसल लगी रहती है। पाणसाल दृष्टि रेखा को ठीक क्षैतिज करने में काम आती है।

दूरबीन पाणसल सहित अपनी पिण्डी पर क्षैतिज समतल (Horizontal Plane) में मुक्त रूप से घूम सकती है और एक सूक्ष्म गति पेंच (Slow Motion or Tangent Screw) द्वारा इसे

लक्ष्य पर ठीक साध लिया जाता है। ध्यान रहे कि सूक्ष्म गति पेंच, क्लैम्प पेंच कसा होने पर ही कार्य करता है। समस्त उपकरण पिण्डी के नीचे लगे समतलन अवयव (Levelling Head) पर टिका रहता है, जिसमें तीन (अथवा चार) पाद स्क्रू (Foot-Screws) से जुड़ी दो तिकोनी प्लेटें लगी होती हैं। ऊपरी प्लेट त्रिशाखी (Tribrach) और निचली प्लेट ट्रावेट (Trivat) कहलाती है। ट्राइवेट प्लेट में भीतरी चूडियाँ कटी रहती हैं, जिसे त्रिपाद पर कस दिया जाता है।

डम्पी लेवल की दूरबीन को इसके आलम्ब से नहीं निकाला जा सकता है और न ही इसके सिरे अदल-बदल किये जा सकते हैं (जैसा कि आगे वर्णित वाई लेवल में सम्भव है)।



चित्र 4.13—डम्पी लेवल (Dumpy Level)

डम्पी लेवल एक सरल प्रकार का स्थिर, न्यून चल-अंगों वाला तथा ठोस आकृति (Compact) वाला उपकरण है। इसका अस्थायी समायोजन तो सरल पड़ता है, परन्तु स्थायी समायोजन काफी समय लेता है, जो उपकरण को बाहर खुले क्षेत्र में सैट करके ही करना होता है। डम्पी लेवल नीचे वर्णित वाई लेवल से बेहतर है, क्योंकि—

(i) इसका समायोजन कम है और अधिक समय तक बना रहता है।
(ii) इसकी रचना सरल प्रकार की है और चल-अंग न्यूनतम है।

डम्पी लेवल की सरल रेखा आकृति चित्र 4.13 में दिखायी गयी है।

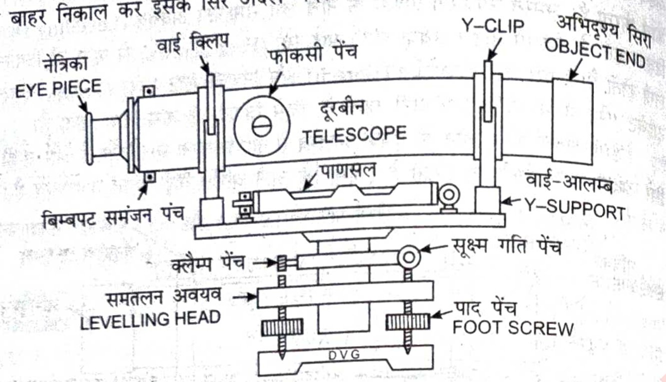
§ 4.9. वाई लेवल (Y or Wye Level)

वाई लेवल का नामकरण इस आधार पर हुआ है कि इसकी दूरबीन वाई (अंग्रेजी वर्ण-माला) आकार के क्लिप-आलम्बों (Clip-Supports) पर टिकी रहती है। अत: क्लिपों को ऊपर उठा कर, दूरबीन को आलम्बों से बाहर निकाला जा सकता है, अनुदैर्ध्य अक्ष पर घुमाया जा सकता है तथा सिरों की अदला-बदली की जा सकती है। लम्बी पाणसल दूरबीन के बगल में अथवा तली पर वाई आलम्बों के मध्य स्थान में फिट की जाती है। (चित्र 4.14)।

फोकसी पेंच, क्लेम्प पेंच तथा सूक्ष्म गति पेंच डम्पी लेवल की भाँति होते हैं। नीचे का समतलन अवयव भी ऊपर वर्णित डम्पी लेवल जैसा होता है। मुख्य अन्तर इतना है कि डम्पी लेवल की दूरबीन अपनी स्पिण्डल पर दृढता से जुड़ी रहती है, **जबकि वाई लेवल की दूरबीन दो**

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

ऊर्ध्व वाई-आलम्बों पर टिकी रहती हैं। अतः यह अपने अनुदैर्ध्य अक्ष पर घुमायी जा सकती है तथा बाहर निकाल कर इसके सिरे अदल-बदल किये जा सकते हैं।



चित्र 4.14—वाई लेवल (Y or Wye Level)

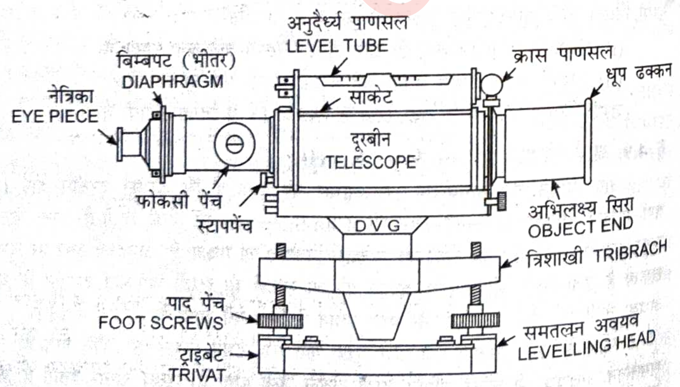
वाई लेवल एक नाजुक तथा खुले अंगों वाला उपकरण है। इसमें चल भाग अधिक हैं, जिनका निघर्षण (Wear and Tear) अधिक होता है।

वाई लेवल का समायोजन कमरे के भीतर ही शीघ्र तथा सुगमता से हो जाता है, परन्तु यह समायोजन अल्प अवधि तक ही टिक पाता है, क्योंकि इस उपकरण में चल अंग अधिक होते हैं।

चित्र 4.14 में वाई लेवल की रेखा-आकृति दी गयी हैं।

§ 4.10. उत्क्रमणीय लेवल (Reversible Level)

इस लेवल में ऊपर वर्णित डम्पी तथा वाई, दोनों लेवलों की विशेषताओं को सम्मिलित किया गया है। दूरबीन दो दृढ़ सॉक्टों द्वारा पिण्डी (Spindle) से जुड़ी रहती है। सॉक्ट में लगे पेंच को कस देने पर, यह डम्पी लेवल बन जाता है, परन्तु पेंच को ढीला करके, वाइ लेवल की भाँति



चित्र 4.15—उत्क्रमणीय लेवल (Cooke's Reversible Level)

दूरबीन को बाहर निकाला जा सकता है। इसके सिरे भी अदले-बदले जा सकते हैं और दूरबीन को अपने लम्बे अक्ष पर घुमाया भी जा सकता है।

उत्क्रमणीय लेवल के अन्तर्गत निम्न दो लेवल उल्लेखनीय हैं—

(i) कुक उत्क्रमणीय लेवल (Cooke's Reversible Level)
(ii) कुशिंग लेवल (Cushing's Level)

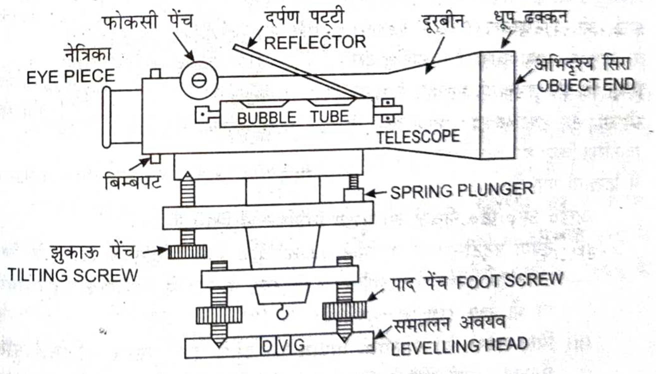
कुक उत्क्रमणीय लेवल में एक स्टापझपेंच (Stop Screw) लगाया गया है, जिसे ढीला करके दूरबीन को अपने अक्ष पर घुमाया अथवा बाहर निकाला जा सकता है। कुक प्रतिवर्ती लेवल चित्र 4.15 में दिखाया गया है।

कुशिंग लेवल में नेत्रिका (Eye Piece) तथा लक्ष्य काँच (Object Glass) की अदला-बदली की जा सकती है तथा दूरबीन को घुमाया जा सकता है।

कुक और कुशिंग लेवल का स्थायी समंजन शीघ्र तथा सरलता से किया जा सकता है।

§ 4.11. झुकाऊ लेवल (Tilting Level)

झुकाऊ लेवल में दूरबीन को इसके अनुदैर्ध्य अक्ष में थोड़ा नीचे को झुकाया जा सकता है। इसलिये इसे **झुकाऊ लेवल** कहते हैं। दूरबीन को झुकाने के लिये इसके नेत्रिका वाले सिरे के नीचे एक झुकाऊ पेंच (Tilting Screw) लगाया जाता है। इसको ढाल-पेंच (Gradient Screw) भी कहते हैं। डम्पी व वाई लेवलों में दृष्टि रेखा (Line of Sight), उपकरण के समायोजन पर, इनके ऊर्ध्व अक्ष के ठीक लम्बवत् होती है, परन्तु झुकाऊ लेवल में यह बाध्य नहीं है। दृष्टि रेखा दूरबीन के झुकाने पर झुक जाती हैं, ऐसा होने पर तल मापन शीघ्र हो जाता है, परन्तु लक्ष्य साधते समय पाणसल-बुलबुला अपने घर (Centre) मे होना चाहिये।



चित्र 4.16—झुकाऊ लेवल (Tilting Level)

झुकाऊ लेवल की मुख्य विशेषता यह है कि पाणसल का बुलबुला मध्य में लाने के लिये और अस्थायी समायोजन के लिये पाद पेंचों को चलाना आवश्यक नहीं है। यह कार्य बड़ी शीघ्रता से झुकाऊ पेंच को घुमाने से भी सम्पन्न हो जाता है। इस लेवल में दूरबीन, उपकरण की ऊर्ध्वाधर पिण्डी से स्वतन्त्र (मुक्त) रखी जाती है, जबकि ऊपर वर्णित लेवलों में यह दोनों जुड़ी रहती हैं।

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

गज पठन के समय सभी लेवलों की पाणसल का बुलबुला मध्य निशान पर होना चाहिये। झुकाऊ लेवल में यह कार्य झुकाऊ पेंच द्वारा सरलता से हो जाता है। गज पठन के समय बुलबुले की स्थिति देखने के लिये लम्बी पाणसल पर एक दर्पण पट्टी (Reflector) लगी रहती है। आड़ी पाणसल गोलाकार (Pill Box) रूप में होती है।

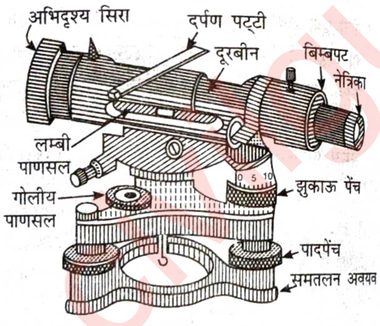
झुकाऊ पेंच पर एक अंशांकित ड्रम (Graduated Drum) लगा रहता है, जो ढ़ाल लगाने के काम आता है। लेवल में बिम्बपट स्थायी रूप से दूरबीन से जुड़ा रहता है और इस पर स्टेडिया तारें (रेखायें) बनी होती है, जो उपकरण से स्टेशन (गज-बिन्दु) की दूरी ज्ञात करने के काम आती है।

झुकाऊ लेवल का स्थायी समंजन सरल पड़ता है और कम समय लेता है। इसके लिये अक्ष रेखा, पाणसल अक्ष के समान्तर होनी चाहिये, ऊर्ध्वाधर अक्ष को अक्ष रेखा के समकोणक रखने की आवश्यकता नहीं है।

झुकाऊ लेवल परिशुद्ध तलेक्षण के लिये उपयुक्त उपकरण है, परन्तु अब सामान्य कार्यों के लिये भी इसका प्रयोग किया जाता है।

झुकाऊ लेवल चित्र 4.16 में दर्शाया गया है।

4.11-1. आई० ओ० पी० लेवल (India Office Pattern Level)—अन्य देशों में कई प्रकार के झुकाऊ लेवल बनाये गये हैं। कुछ नाम हैं—वाट (Watt), जीस (Zeiss)। भारत में झुकाऊ लेवल, इण्डिया ऑफिस पैटर्न लेवल या आई० ओ० पी० लेवल (I. O. P. Level) के नाम से जाना जाता है, क्योंकि इस प्रकार का एक उपकरण भारतीय सर्वेक्षण विभाग के कोलकाता कार्यालय ने विकसित किया था। यह लेवल चित्र 4.17 में दिखाया गया है।



चित्र 4.17—आई० ओ० पी० लेवल (I.O.P. Level)

आई० ओ० पी० लेवल की मुख्य विशेषतायें निम्न हैं—

(i) **दर्पण पट्टी**–लम्बी पाणसल का बुलबुला मध्य स्थिति में देखने के लिये, इसके ऊपर एक दर्पण पट्टी लगी होती है। अतः नेत्रिका से पाठ्यांक पढ़ते समय बुलबुले पर भी नजर रखी जा सकती है।

(ii) **पिल-बक्स या गोलीय पाणसल**—इसमें पिल-बक्स पाणसल (Pill Box Bubble) लगी होती है, जिससे उपकरण को इसके दो समकोणक अक्षों पर समतल किया जा सकता है।

(iii) **दिक्सचक**—सर्वेक्षण रेखाओं का दिक्मान (Bearing) लेने के लिये दूरबीन में बने खाँचे में प्रिज्मी दिक्सूचक टाँगी जा सकती है।

(iv) **स्टेडिया तारें**—डायाफ्राम पर स्टेडिया तारें बनी होती हैं, जिनके द्वारा लेवल यन्त्र और गज-बिन्दु के मध्य की दूरी बगैर जरीब मापन के ज्ञात हो जाती है। दोनों

स्टेडिया तारों का तलेक्षण गज पर अन्तर पढ़कर तथा इसे 100 (गुणांक स्थिरांक) से गुणा करके यह दूरी ज्ञात कर ली जाती है।

(v) **झुकाऊ पेंच**—झुकाऊ पेंच, जिसे माइक्रोमीटर पेंच (Micrometer Screw) भी कहते हैं, से ढ़ाल लगाने का कार्य किया जाता है। पेंच के ड्रम पर निशान बने रहते हैं। पेंच को एक चक्र घुमाने से 1 in 1000, 2 चक्र घुमाने से 2 in 1000 की ढाल स्थापित हो जाती है।

अन्य विशेषतायें–

(i) इस लेवल में एक ही स्थायी समायोजन करना पड़ता है। इसके लिये दूरबीन के अक्ष को पाणसल अक्ष के समान्तर किया जाता है।

(ii) इस लेवल में अन्तः फोकसन व्यवस्था होती है, जो आधुनिक उपकरणों की एक विशेषता है। दूरबीन के भीतरी भागों का घिसन कम होता है और धूल-नमी नलिका के अन्दर नहीं जाने पाती है।

(iii) बिम्ब पट के समायोजन की आवश्यकता नहीं पड़ती है, इसलिये कैपस्टन पेंच हटा दिये गये हैं।

(iv) यह एक आधुनिक, दृढ़ ठोस, सुहस्त तथा टिकाऊ लेवल है। इसकी मरम्मत तथा घिसे हुये पुर्जों को बदलना आसान है।

§ 4.12. आधुनिक लेवल

शोध तथा नवीन निर्माण तकनीक के आधार पर आजकल अनेक प्रकार के आधुनिक लेवल बनाये जा रहे हैं। ये लेवल अधिक ठोस, सुहस्त, अधिक सुग्राही, धूप, नमी, ताप से अप्रभावित और उच्च प्रकाशीय शक्ति वाले हैं। ये उपकरण परिशुद्ध तलेक्षण कार्य (Precise Levelling) के लिए काम आते हैं। कुछ के नाम इस प्रकार हैं—ओटोमेटिक लेवल, वाइल्ड N 3 झुकाऊ लेवल, NA 20 ओटोमेटिक लेवल।

ओटोमेटिक या **आटो लेवल** (Auto Level) जो अधिक सर्वेक्षक प्रिय हैं को स्वतः सरेखित लेवल (Self Aligning Level) भी कहते हैं। इस उपकरण में दृष्टि रेखा को पाणसल की सहायता से क्षैतिज नहीं किया जाता है। बल्कि इसमें लगे एक विशेष प्रकार के प्रकाशीय झुकाऊ कम्पन्सेटर (Tilt Compensator) द्वारा यह कार्य सम्पन्न होता है। टिल्ट कम्पन्सेटर में एक प्रकाशीय प्रिज्म, लक्ष्य और नेत्रिका के पथ पर गुरुत्वीय बल के कारण, मुक्त अवस्था में लटकी रहती है, जो दृष्टि रेखा को स्वतः ही उपकरण के ऊर्ध्वाधर अक्ष के समकोणक बनाये रखती है। लेवल की दूरबीन के कुछ सीमा तक झुकने पर भी, लेवल के अक्षों की उपरोक्त समकोणता बनी रहती है।

ओटोमेटिक लेवल की कुछ अन्य विशेषतायें निम्न हैं—

(i) इसकी रचना सरल है और प्रयोग में आसानी रहती है।

(ii) लक्ष्य का बिम्ब सीधा और स्पष्ट बनता है। अतः गज-पठन सरल हो जाता है।

(iii) लेवल कार्य बड़ी तेजी से सम्पन्न होता है।

(iv) बुलबुले के मध्य में न होने पर भी लेवल कार्य में त्रुटि नहीं आती है।

(v) यह उपकरण अधिक सुविधाजनक है।

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(vi) बाहरी कुप्रभावों, जैसे—वर्षा, तेज हवा, धूप, चुम्बकीय क्षेत्र, कम्पन आदि से यह उपकरण पूर्णतः सुरक्षित है।

आटोमेटिक लेवल का विस्तृत वर्णन पुस्तक के भाग-II में दिया गया है।

§ 4.13. लेवल के हस्तन में सावधानियाँ (Precautions in Handling Levels) :

इन्जीनियरी लेवल एक कीमती तथा नाजुक उपकरण है। इसको बक्से से निकालते, बक्से में रखते तथा प्रयोग करते समय बड़ी सावधानी रखनी चाहिये। जब इसे बक्से से निकाला जाये तो इसकी विश्राम-स्थिति ध्यान से नोट कर लेनी चाहिये, ताकि कार्य समाप्ति पर, पुनः बक्से में रखते समय इसके किसी भाग पर अनावश्यक दाब न पड़े। देखे अनुच्छेद (1.11)।

लेवल उपकरण को क्षेत्र में कभी भी बगैर निगरानी के नहीं छोड़ना चाहिये। एक स्थान से दूसरे स्थान तक ले जाते समय इसे काँधे पर रखकर, दोनों हाथों से थामे रखना चाहिये।

तेज आँधी तथा दोपहर के समय तलेक्षण कार्य बन्द रखना बुद्धिमत्ता है। तेज धूप के समय इस पर छाता (Surveyor's Umbrella) तान देना चाहिये।

§ 4.8. डम्पी लेवल तथा झुकाऊ लेवल (I.O.P.) में तुलना (Comparison in between Dumpy Level and Tilting Level) :

दोनों लेवलों की तुलना निम्न है—

डम्पी लेवल	झुकाऊ (I.O.P.) लेवल
1. **दूरबीन**—डम्पी लेवल की दूरबीन ऊर्ध्वाधर पिण्डी से स्थायी रूप से जुड़ी होती है। इसको ऊर्ध्वाधर समतल में झुकाया नहीं जा सकता है।	1. झुकाऊ लेवल में दूरबीन पिण्डी से स्वतन्त्र होती है और इसे ऊर्ध्वाधर समतल में थोड़ा नीचे/ऊपर झुकाया जा सकता है।
2. **झुकाऊ पेंच**—इस लेवल में कोई झुकाऊ पेंच नहीं लगा होता है।	2. दूरबीन को झुकाने के लिये झुकाऊ पेंच लगाया जाता है।
3. **अस्थायी समायोजन**—इस लेवल का अस्थायी समायोजन पाद पेंचों द्वारा किया जाता है।	3. इस लेवल का अस्थायी समंजन झुकाऊ पेंच से तथा पाद पेंचों, दोनों से किया जाता है।
4. **स्थायी समायोजन**—इस लेवल के स्थायी समंजन में दिक्कत आती है और समय भी अधिक लगता है।	4. इस लेवल का स्थायी समंजन सरल है।
5. **दूरी मापन**—इस लेवल से दो स्टेशनों के मध्य क्षैतिज दूरी नहीं नापी जा सकती है।	5. बिम्बपट पर लगी स्टेडिया की सहायता से दो स्टेशनों के मध्य दूरी, बगैर जरीब फैलाये ज्ञात की जा सकती है।
6. **ढाल लगाना**—डम्पी लेवल से ढाल (grade) नहीं दी जा सकती है।	6. झुकाऊ लेवल से क्षेत्र में वांछित ढाल की रेखा स्थापित की जाती है।
7. **उपयोग**—यह लेवल सामान्य तलेक्षण में प्रयोग किया जाता है।	7. यह लेवल सामान्य तथा परिशुद्ध तलेक्षण के लिये उत्तम रहता है।

§ 4.15. तलेक्षण गज (Levelling Staff) :

'लम्बू' सीधा खड़ा होजा और दूरबीन के सामने डट जा
टीले पर चढ़ या खाई में पड़, 'लक्ष्य-दृष्टिरेखा' से नजरें मिला

यह एक चौरस, सीधा, लम्बा अंशांकित दण्ड (Graduated Rod) होता है, जिसको स्टेशन बिन्दु पर सीधा खड़ा करके, इस पर लेवल यन्त्र से निकलने वाली दृष्टिरेखा की ऊर्ध्व दूरी (ऊँचाई) पढ़ी जाती है। इस पर मीटरों के (पुराने गजों में फुटों के) निशान बने होते हैं। पाद पर शून्य (Zero) पाठयांक होता है, जो ऊँचाई मे बढ़ते जाते हैं, जो आदमी गज पकड़ कर खड़ा होता है, उसे गज वाला (Staff Man) कहते हैं।

4.15-1. गज पर अंशांकन (Graduations)—तलेक्षण गज भली प्रकार से संशोधित एवं उपचारित लकड़ी का बनाया जाता है। गज की तली पर पीतल की पाद (Shoe) लगी होती है। गज पर सफेद पेंट के आधार पर काली/सफेद पट्टियों के रूप में मीटर की दूरियों के निशान अंकित होते हैं। **प्रत्येक पट्टी की मोटाई 5 मिमी० रखी जाती है, जो गज का अल्पतम मापांक (Least Count) होता है** (अर्थात् 0.005 मी०)। इस प्रकार एक मीटर में 200 पट्टियाँ (100 काली व 100 सफेद) होती हैं। मीटर के निशान गज की बायीं तरफ लाल पेंट में तथा डेसीमीटरों (10 सेमी०) के भाग गज के दायीं तरफ काले रंग में अंकित किये जाते हैं। अंक इस प्रकार लिखे जाते हैं कि इसका ऊपरी सिरा वास्तविक ऊँचाई पढ़े। गज पर अंक उल्टे लिखे जाते हैं, जो लेवल की दूरबीन से देखने पर सीधे दिखाई पड़ते हैं। अब सीधे अंकों वाले गज भी बनाये जाते हैं।

4.15-2. गज के प्रकार (Types of Staff)—तलेक्षण गज निशान पढ़ने की पद्धति के अनुसार, निम्न दो प्रकार के होते हैं—

(1) लक्ष्य या टार्गेट गज (Target Staff)
(2) स्वपाठी गज (Self Reading Staff)।

विस्तृत वर्णन निम्न है—

(1) लक्ष्य या टार्गेट गज (Target Staff)—इस गज पर ऊपर-नीचे सरकने वाली एक फिरकी (टार्गेट) लगी होती है। टार्गेट पर वर्नियर (Vernier) के निशान बने होते हैं। लेवल यन्त्र से आने वाली क्षैतिज **दृष्टि रेखा की सीध पर,** लेवल वाला (Level Man) के संकेत अनुसार, गज वाला (Staff Man) टार्गेट को ऊपर-नीचे सरकाकर गज पर सैट (Clamp) कर देता है। सैट हो जाने पर गज का **पाठ्यांक गज-वाला** (Staff Man) **पढ़ता है और लेवल पंजी में दर्ज भी करता है।** टार्गेट गज पर पाठ्यांक की शुद्धता, टार्गेट को ठीक दृष्टि रेखा पर सैट करने तथा इस क्लैम्प करने पर निर्भर करती हैं। टार्गेट गज एक-दूसरे पर सरकने वाली दो लम्बाइयों में बनाये जाते हैं और कुल लम्बाई 3·75 मी० रखी जाती है। टार्गेट गज चित्र 4.18 में दर्शाया गया है।

जब स्टेशन-बिन्दु लेवल यन्त्र से काफी दूर (100 मी० से अधिक) लिये जाते हैं, तब टार्गेट गज का प्रयोग किया जाता है। परन्तु टार्गेट गज के इस्तेमाल में अधिक दिक्कत आती है और गज-वाला से पाठ्यांक पढ़ने में त्रुटि हो सकती है, क्योंकि वह सर्वेक्षक की भाँति तलेक्षण कार्य में दक्ष नहीं होता है। पाठ्यांक पढ़ने में समय भी अधिक लगता है। अतः इस गज का प्रयोग सीमित है।

भारत में टार्गेट गज का इस्तेमाल नहीं होता है। इंग्लैंड में भी इसका प्रचलन समाप्त हो गया है, परन्तु अमेरिका में इसका उपयोग अब भी होता है।

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(2) स्वपाठी गज (Self Reading Staff)—यह गज लेवल-वाला (Instrument-Man) द्वारा पढ़ा जाता है, गज-वाला लेवल गज को ठीक सीधा पकड़कर खड़ा रहता है। अतः इस गज पर सरकने वाला कोई टार्गेट नहीं लगाया जाता है। दृष्टि रेखा (Line of Sight) द्वारा गज अंक बेधन तथा गज पठन, दोनों कार्य लेवल-वाला द्वारा किये जाते हैं। स्वपाठी गज दूरबीन (Level's Telescope) से देखने पर, इसका अशांकन **उल्टा** दिखायी पड़ता है। अतः गज-पठन **ऊपर से नीचे** को किया जाता है और 6 से 9 अकों का विशेष ध्यान रखा जाता हैं।

स्वपाठी गज अनेक प्रकार के बनाये जाते हैं। अधिक प्रचलित गज निम्नलिखित हैं—

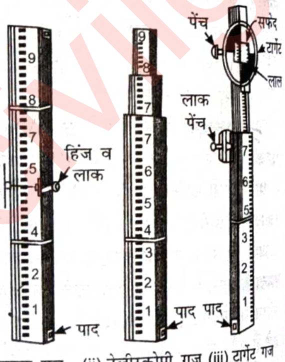
(a) एकल खण्डी या सीधा गज (One Length Staff or Solid Staff)
(b) मुड़वा गज (Folding Staff)
(c) सिमटवां टेलीस्कोपी गज (Telescopic or Sopwith Staff)
(d) इन्वार परिशुद्ध गज (Invar Precision Staff)।

उपरोक्त सभी गजों पर निशान इंगलिश इकाई अथवा मीटरी इकाई में लगाये जाते हैं इंगलिश इकाई में फुट तथा इसके सौवें भाग (0.01 फुट) तक और मीटरी इकाई में मीटर तथा इसके दो सौवें भाग (0.005 मीटर) तक निशान बनाये जाते हैं। भारत में अब मीटरी इकाई वाले गज ही काम में लाये जाते हैं।

विभिन्न प्रकार के तलेक्षण गज चित्र 4.18 में दिखाये गये हैं। विस्तृत वर्णन निम्न हैं।

§ 4.16. एकल खण्डी या सीधा गज (One Length or Solid Staff) :

इसको रुड़की पटर्न गज भी कहते हैं। यह गज सामान्यतः 3 मी० की लम्बाई में, भली प्रकार से संशोधित (Well Seasoned), गाँठ-रहित, सीधे रेशों वाली लकड़ी से एकल खण्ड (Single Piece) में बनाया जाता है। इसके चौड़े सीधे फलक पर सफेद आधार पर काले तथा लाल निशान (पट्टी) बने रहते हैं (निशानों का वर्णन ऊपर किया जा चुका है)। गज की तली पर धातु का पाद (Shoe) लगाया जाता है, ताकि यह जमीन में न धँसे और तली से न घिसे और पाठ्यांक प्रभावित न हों।



(i) मुड़वा गज (ii) टेलीस्कोपी गज (iii) टार्गेट गज
चित्र 4.18—विभिन्न प्रकार के तलेक्षण गज
(Levelling staves)

एकल खण्डी गज हल्का, सुहस्त तथा स्थिर होता है। इस पर पाठ्यांक आसानी से पढ़े जा सकते हैं। यह अन्य तलेक्षण गजों से सस्ता होता है। परन्तु एकल लम्बाई होने के कारण इसके वहन में दिक्कत आती है।

अब एल्यूमिनियम धातु के एकल खण्डी तलेक्षण गज भी बनाये जाने लगे हैं।

§ 4.17. मुड़वा गज (Folding Staff)

यह गज 4 मी० लम्बा होता है और दो लम्बाइयों (प्रत्येक 2 मी०) को कीलिक-जोड़ द्वारा आबद्ध करके बनाया जाता है। अतः इसे कब्जेदार (Hinged) गज भी कहते हैं। यह भली-भाँति उपचारित प्रकाष्ठ-देवदार, पाईन, साइपरस इत्यादि का बनाया जाता है। इसकी चौड़ाई 75 mm तथा मोटाई 18 mm होती है। दोनों खण्डों को इस प्रकार कब्जे से जोड़ा जाता है, कि आवश्यक होने पर इनको अलग-अलग किया जा सके और एकल भाग से भी पूरा काम लिया जा सके, साथ ही वहन में भी दिक्कत न आये। पूरी लम्बाई प्राप्त करने के लिये दोनों लम्बाइयों को एक-दूसरी के ऊपर सटा कर, पीछे से पत्ती-लाक लगा दिया जाता है। तब यह कुल ऊँचाई 4 मी० दर्शाता है और सीधा तथा स्थिर खड़ा रहता है। गज की सिघाई की जांच के लिए, इसकी पीठ (Back) पर गोलीय पाणसल या साहुल भी लगा रहता है।

मुड़वा गज पर निशान तथा अंकन, एकल खण्डी गज की भाँति बने रहते हैं।

भारतीय मानक ब्यूरो (B.I.S.) ने I. S. 1779-1961 द्वारा तलेक्षण कार्य के लिये इसी गज की संस्तुति की है।

§ 4.18. टेलीस्कोपी गज (Telescopic or Sopwith Staff) :

इसको सोपविद गज (Sopwith Pattern Staff) भी कहते हैं। यह तीन टेलीस्कोपी लम्बाइयों में बनाया जाता है और पूरा खोलने पर 4 मी० लम्बा बन जाता है। गज के सब से ऊपरी प्रवेशी भाग की लम्बाई 1·25 मी०, मध्य प्रवेशी भाग की लम्बाई 1·25 मी० तथा सब से निचले भाग की लम्बाई 1·50 मी० होती है। ऊपर की लम्बाई, मध्य लम्बाई की खोखल में तथा मध्य लम्बाई निचली लम्बाई की खोखल में (ट्रांजिस्टर के एरियल की भाँति) घुसाई जा सकती है और इस प्रकार यह कुल 1·50 मी० ही लम्बा रह जाता है, जोकि वहन की दृष्टि से एक सुहस्त लम्बाई मानी जाती है। प्रत्येक लम्बाई को पूरी तरह खींचकर, इसके पीछे लगी कमानीदार पत्ती (Spring Catch) को सटा दिया जाता है।

4 मी० टेलीस्कोपी गज पर्याप्त भारी, मोटा तथा लाने-लेजाने में कष्टदायक होता है। यदि इसे सावधानी से पूरा न खोला जाये तो पाठ्याँक दूषित प्राप्त होंगे। इसको ठीक ऊर्ध्वाधर पकड़े रखना भी कठिन पड़ता है। प्रायः ऊपरी भाग झोल ले लेता है। यह महँगा भी होता है। इन कारणों को देखते हुये, अब टेलीस्कोपी गज का प्रचलन कम हो गया है।

§ 4.19. इन्वार परिशुद्ध गज (Invar Precision Staff) :

परिशुद्ध कार्य के लिये इन्वार तलेक्षण गज प्रयोग किया जाता है। इन्वार का तापीय प्रसार लगभग शून्य होता है। इन्वार की अंशांकित पट्टी को लकड़ी के गज पर जड़ दिया जाता है। निचला सिरा गज से जुड़ा रहता है, परन्तु ऊपर का सिरा एक स्प्रिंग द्वारा अटकाया जाता है। इस व्यवस्था से लकड़ी के दण्ड के फैलने/सिकुड़ने का प्रभाव इन्वार पट्टी पर नहीं पड़ता है। इन्वार गज पर निशान सेमी और इसके अशों में बने रहते हैं और पाठ्यांक 0.001 मी० तक पढ़ा जा सकता है। इनवार गज को सीधा खड़ा करने के लिये आड़ी तारें (Stays) लगी रहती हैं।

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

§ 4.20. लक्ष्य तथा स्वपाठी गजों की तुलना (Comparison of Target Reading Staff and Self Reading Staff) :

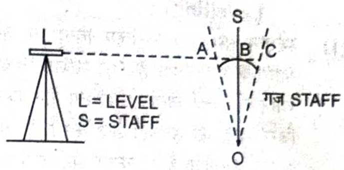
लक्ष्य गज	स्वपाठी गज
1. गज भेद—इस गज में विशेष रूप में सरकने वाली फिरकी (टार्गेट) लगी होती है जिस पर वर्नियर पैमाना बना होता है। टार्गेट को दृष्टि रेखा पर सैट करने का काम गज-वाला करता है, जो इस कार्य में निपुण होना चाहिये।	1. यह गज सामान्य अंशांकित दण्ड होता है। गज-वाला इसे केवल सीधा पकड़ कर खड़ा रहता है। कोई भी अकुशल श्रमिक यह कार्य कर सकता है।
2. गज पठन—लक्ष्य गज पर गज-पठन का कार्य गज-वाला (Staff man) द्वारा किया जाता है। अतः इसे गज पढ़ना भी आना चाहिये।	2. स्वपाठी गज पर लक्ष्यवेधन तथा गज-पठन दोनों कार्य लेवल वाला (Level man) द्वारा लेवल उपकरण पर रहते हुये ही किये जाते हैं।
3. अभिलेखन—गज-पठन का लेवल पंजी में अभिलेखन भी गज-वाला द्वारा ही किया जाता है, जो तलेक्षण कार्य में इतना दक्ष नहीं होता है।	3. लेवल-पंजी में सभी अन्दराज लेवल-वाला द्वारा किये जाते हैं जो स्वयम् सर्वेक्षक होता है और इस कार्य में निपुण होता है।
4. परिशुद्धता—इस गज पर वर्नियर लगा होने से गज के अल्पतम अंक के दसवें भाग तक भी शुद्धता से गज-पठन सम्भव है, परन्तु एक गज वाला कार्य में इतनी परिशुद्धता नहीं रख पाता है।	4. इस गज का अल्पतम अंक 0.005 मी० है। इससे अधिक परिशुद्धता से गज-पठन इस पर सम्भव नहीं है (परन्तु इन्वार गज 0.001 मी० तक पढ़ा जा सकता है)।
5. तलेक्षण दूरी—लक्ष्य गज को क्योंकि खुद गज-वाला ने ही पढ़ना होता है, अतः यह गज लेवल उपकरण से अधिक से अधिक दूरी तक रखा जा सकता है। इससे कार्य गति पकड़ता है।	5. स्वपाठी गज पर अधिक दूरी से सही गज पठन सम्भव नहीं है, क्योंकि लेवल वाला को अधिक दूरी से गज के निशान स्पष्ट नहीं दीख पड़ते हैं।
6. कार्य कौशलता—टार्गेट सैट करने व गज पाठ्यांक लेने में पर्याप्त समय लगता है। कार्य की प्रगति गजवाला पर निर्भर करती है।	6. लक्ष्य वेधन तथा गज पठन, दोनों कार्य एक साथ सम्भव हैं, अतः तलेक्षण कार्य तेजी से आगे बढ़ता है।
7. प्रचलन—इस देश में लक्ष्य गज अब प्रयोग में नहीं आते हैं।	7. सभी तलेक्षण कार्यों में अब स्वपाठी गज ही प्रयोग किया जाता है।

§ 4.21. तलेक्षण गज को पकड़ते समय सावधानियाँ (Precautions while Holding a Levelling Staff) :

(a) गज थामना—तलेक्षण गज को दोनों हाथों द्वारा, लेवल-यन्त्र की ओर अपना मुख रखते हुये, सावधान स्थिति में रहते हुये, ठीक सीधा पकड़ना चाहिये। (दोनों ऐड़ियों को मिलाकर पंजों के बीच गज थामे और हाथ की हथेलियाँ गज की साइडों में रखें)। यदि गज ठीक ऊर्ध्वाधर नहीं पकड़ा जाता है, तो पाठ्यांक दोषपूर्ण प्राप्त होंगे।

गज को सीधा पकड़ने की जाँच साहुल लटका कर की जाती है। परिशुद्ध कार्य के लिये, पाद पर एक पिल बाक्स पाणसल (Pill Box Bubble) लगायी जाती है।

यदि लेवल-मैन को यह शंका है कि गज ठीक ऊर्ध्वाधर नहीं पकड़ा गया है, तो वह गज वाला को संकेत देकर गज को कुछ आगे, कुछ पीछे की ओर, पाद को सरकाये बगैर, झुकाने को कहेगा और दोनों पाठ्यांक पढ़ेगा। न्यूनतम पाठ्यांक गज की सही ऊर्ध्वाधर स्थिति बतायेगा।



चित्र 4.19

चित्र 4.19 के अनुसार *OA* व *OC* पाठ्यांक, गज-पठन *OB* से अधिक होंगे तथा अशुद्ध माने जायेंगे।

(b) गज पठन (Reading the Staff)—तलेक्षण गज, लेवल यन्त्र की दूरबीन से वास्तविक परन्तु उल्टा दिखाई पड़ता है। इस लिये पाठ्यांक ऊपर से नीचे को पढ़ने चाहियें। पहले लाल अंक (मीटर के) पहचाने, फिर काले अंक (डेसीमीटर के) पढ़ें और शेष निशान गिन लें। यदि मीटर का निशान दृष्टि रेखा (Line of Sight) से काफी ऊपर/नीचा है, तो गज-वाला को संकेत करें कि वह गज को सीधा ऊपर उठा कर उसी प्रकार नीचे लाये। गज पढ़ते समय 6 और 9 अंकों को सावधानी से पहचाने (क्योंकि ये ऊपर से नीचे को दिखाई पड़ते हैं)।

(c) अधिक पास से गज पठन—जब गज लेवल उपकरण के अति निकट सैट किया गया हो और गज के बड़े निशान (मीटर व डेसीमीटर) पढ़ने में दिक्कत आ रही हो तो लेवल वाला, गज वाला को एक पेन्सिल (अथवा अँगुली) गज के ऊपर-नीचे सरकाने को कहेगा। जब यह पेंसिल दृष्टि रेखा को काटे तब गज वाला इसे वहीं रोके रखे। अब लेवल वाला दूरबीन से हट कर, गज वाला की स्थिति देखकर गज पर मीटर व डेसीमीटर के अंक पहचाने ओर गज पठन पूर्ण करें।

लेवल वाला व गज वाला के लिये निर्देश अनुच्छेद 4.28 में दिये गये हैं।

उदाहरण 4.1 : एक 3 मी० लम्बा तलेक्षण गज अपने साहुल (Plumb) से 20 सेमी झुका हुआ था, जब उस पर पाठ्यांक पढ़ा गया। यदि गज पठन 2·340 मी० हो तो यथार्थ पाठ्यांक ज्ञात कीजिये।

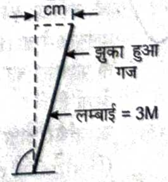
हल : गज 3 मी० की लम्बाई में 20 सेमी झुका हुआ था, अतः 2·340 मी० की लम्बाई में झुकाव

$$= \frac{2 \cdot 340}{3} \times 0 \cdot 20$$

$$= 0 \cdot 156 \text{ मी०}$$

$$\text{सही पाठ्यांक} = \sqrt{[(2 \cdot 340)^2 - (0 \cdot 156)^2]}$$

$$= \mathbf{2 \cdot 335} \text{ मी०}$$



चित्र 4.20

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

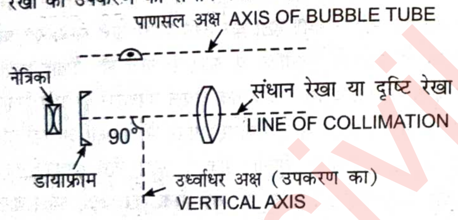
(II) तलेक्षण कार्य (LEVELLING WORK)

§ 4.22. तलमापन सम्बन्धी मुख्य पद (Terms Commonly Used in Levelling) :

(1) **स्टेशन** (Station)—जिस बिन्दु पर तलेक्षण गज (Staff) रखा जाता है और इसका पाठ्यांक पढ़ा जाता है, उसे स्टेशन बिन्दु या **स्टेशन** कहते हैं। ध्यान रहे जहाँ लेवल उपकरण सैट किया जाता है, इसे स्टेशन **नहीं** कहते हैं। जिस बिन्दु की उच्चता ज्ञात करनी है, गज वहीं रखा जाता है और वही तलेक्षण कार्य में स्टेशन कहलाता है। उपकरण सैट किये जाने वाले बिन्दु का कोई महत्व नहीं है। परन्तु लेवल समतल व ठोस जगह पर सैट करना चाहिये ताकि प्रेक्षण के समय यह नीचे न धँस जाये तथा यहां से गज-स्टेशन साफ-साफ दिखायी पड़े।

(2) **दूरबीन का अक्ष** (Axis of the Telescope)—दूरबीन की नेत्रिका (Eye Piece) के केन्द्र तथा लक्ष्य काँच (Object Lens) के प्रकाशीय केन्द्र को मिलाने वाली काल्पनिक रेखा, दूरबीन का अक्ष कहलाती है। एक सही यन्त्र में अक्ष रेखा, संधान रेखा के समपाती होती है।

(3) **संधान रेखा** (Line of Collimation)—बिम्बपट (डायाफ्राम) के कृसतन्तु के केन्द्र तथा लक्ष्य काँच के प्रकाशीय केन्द्र को मिलाने वाली और सीधी तलेक्षण गज की ओर जाती हुई काल्पनिक रेखा को उपकरण की संधान रेखा कहते हैं। (चित्र 4.21)।



चित्र 4.21—लेवल यन्त्र की मूल रेखायें (Fundamental Lines)

संधान रेखा को **दृष्टि रेखा** (Line of Sight) भी कहते हैं। जब पाणसल का बुलबुला अपने घर (Centre) में होता है, तब संधान रेखा ठीक क्षैतिज होती है और पाणसल अक्ष के समान्तर भी होती है (यदि उपकरण सही समायोजित है)। संधान रेखा उपकरण की एक **मूल रेखा** कहलाती है।

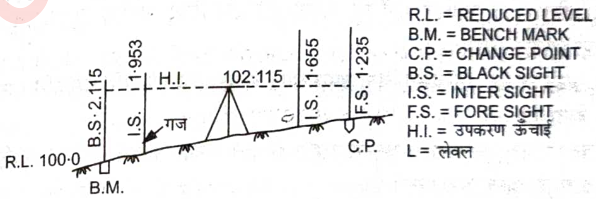
(4) **पाणसल अक्ष** (Axis of the Bubble Tube)—यह एक काल्पनिक रेखा है, जो पाणसल की नलिका की वक्रता के उच्चतम बिन्दु पर स्पर्शज्या (Tangential) होती है। इसको बुलबुला रेखा (Bubble Line) भी कहते हैं। जब बुलबुला नलिका के ठीक मध्य में होता है तो पाणसल का अक्ष क्षैतिज होता है। पाणसल अक्ष उपकरण की एक **मूल रेखा** के अन्तर्गत आता है।

(5) **ऊर्ध्वाधर अक्ष** (Vertical Axis)—दूरबीन जिस अक्ष के प्रति, इसके क्षैतिज समतल (Horizontal plane) में घुमाई जाती हैं, उसे लेवल का ऊर्ध्वाधर अक्ष कहते हैं।

(6) **क्षैतिज अक्ष** (Horizontal Axis)—दूरबीन को जिस अक्ष के प्रति, इसके ऊर्ध्वाधर समतल (Vertical Plane) में घुमाया जाता है, उसे उपकरण (लेवल) का क्षैतिज अक्ष कहते हैं। इसे **ट्रूनियन अक्ष** (Trunnion Axis) अथवा आड़ी अक्ष (Transverse Axis) भी कहते हैं। ध्यान रहे उपकरण की सभी रेखायें व उपरोक्त अक्ष काल्पनिक हैं, परन्तु कार्य के हित में इन्हें स्वीकार करना पड़ता है।

(7) **उपकरण ऊँचाई** (Height of Instrument—H.I.)—जब लेवल उपकरण अपनी सही समतलन स्थिति में होता है, तब संधान रेखा की संदर्भित निर्देश तल (Datum) से ऊँचाई, उपकरण-ऊँचाई कहलाती है। इसे संधान ऊँचाई (Height of Collimation) भी कहते हैं। ध्यान रहे दूरबीन की ऊँचाई इससे भिन्न होती है, जो जमीन में गढ़ी खूँटी (peg) से ली जाती है।

(8) **पश्च दृष्टि** (Back Sight—B.S.)—लेवल उपकरण सैट करके, जब किसी **ज्ञात** समानीत तल वाले बिन्दु पर गज रखकर जो पाठ्यांक लिया जाता है, उसे उस बिन्दु की पश्च दृष्टि कहते हैं। यह बिन्दु तल चिन्ह (B.M.) अथवा परिवर्तन बिन्दु (Change Point) हो सकता है। तल चिन्ह (B.M.) के मान में पश्च दृष्टि जोड़ने पर उपकरण-ऊँचाई (H.I.) उपलब्ध होती है। पश्च दृष्टि का मान धनात्मक (+ ve) लिया जाता है।



चित्र 4.22

चित्र 4.22 में तल चिन्ह (B.M.) का मान 100·00 है और इस पर पश्च दृष्टि (B.S.) 2·115 मी० है। अत: उपकरण-ऊँचाई (H.I.) = 100·000 + 2·115 = 102·115 m होगी।

(9) **अग्र दृष्टि** (Fore Sight—F.S.)—जिस बिन्दु की उच्चता ज्ञात करनी है, उस पर गज रखकर लिया गया पाठ्याँक, अग्र दृष्टि कहलाती है। यह बिन्दु तलेक्षण कार्य में अन्तिम स्टेशन अथवा परिवर्तन बिन्दु होता है। अग्र दृष्टि लेने के बाद लेवल की स्थिति बदल दी जाती है। यह मान ऋणात्मक (-ve) होता है और (वाँछित) स्टेशन-बिन्दु की उच्चता ज्ञात करने के लिये, इसे उपकरण-ऊँचाई से घटाया जाता है। (परन्तु सुरंग की छत-ceiling की उच्चता ज्ञात करने समय इसे जोड़ा (+ve) जाता है)।

चित्र 4.22 में अन्तिम खूँटी पर लिया गया पाठ्यांक 1·235 m, अग्र दृष्टि माना जायेगा। इस बिन्दु का समानीत तल,

$$\text{R.L.} = \text{H.I.} - \text{F.S.}$$
$$= 102 \cdot 115 - 1 \cdot 235$$
$$= 100 \cdot 880 \text{ m होगा।}$$

(10) **मध्य दृष्टि** (Inter Sight—I.S.)—लेवल उपकरण की किसी एक सैटिंग में, पश्च तथा अग्र दृष्टि को छोड़कर, अन्य सभी अज्ञात मान वाले बिन्दुओं पर लिये गये गज पठन, मध्य दृष्टि के अन्तर्गत आते हैं। चित्र 4.22 में 1·955 m व 1·655 m के गज पठन मध्य दृष्टि के मान हैं। यह मान भी ऋणात्मक होता है। इस स्टेशन को मध्य स्टेशन (Intermediate Station)

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

B.S. F.S.

कहते हैं। मध्य स्टेशन पर एक ही गज-पठन होता हैं, जो (– ve) माना जाता है और उपकरण-ऊँचाई से घटाया जाता हैं।

ध्यान रहे कि उपकरण की एक स्थापना (सैटिंग) में एक ही पश्च दृष्टि तथा एक ही अग्र दृष्टि होती है, परन्तु मध्य दृष्टि की संख्या पर कोई प्रतिबन्ध नहीं है।

(11) **परिवर्तन बिन्दु** (Change Point—C.P. or Turning Point—T.P.)—ऐसा स्टेशन बिन्दु जिस पर दो दृष्टि, अग्र दृष्टि और पश्च दृष्टि ली जाती है अर्थात् गज के दो पाठ्यांक लिये जाते हैं, पहला उपकरण की पुरानी सैटिंग से तथा दूसरा उपकरण की नयी सैटिंग पर, **परिवर्तन बिन्दु** कहलाता है। बहुरोपण तलेक्षण में अग्र दृष्टि लेने के बाद लेवल उपकरण को तो नये स्थान पर सैट करते हैं, परन्तु गज-वाला, गज को उसी स्टेशन पर लेकर खड़ा रहता है और उपकरण की नयी स्थापना को देखते हुये केवल अपने **गज की दिशा** ठीक कर लेता है। ध्यान रहे दोनों दृष्टियाँ लेने के बाद ही गज, परिवर्तन बिन्दु से हटाया जाता है, यह इसकी मोटी पहचान है।

जब कोई स्टेशन, जिसका समानीत तल (R.L.) ज्ञात करना है, स्थायी तल चिन्ह (B.M.) से बहुत दूर होता है तो तलेक्षण मार्ग पर अनेक परिवर्तन बिन्दु चयनित करने पड़ते हैं (देखें बहुरोपण तलेक्षणझअनुच्छेद 4.38)।

पुन: ध्यान रहे कि **परिवर्तन बिन्दु उपकरण (लेवल) की स्थिति परिवर्तित करने वाला बिन्दु नहीं होता है।**

परिवर्तन बिन्दु का समानीत तल सावधानी से ज्ञात करना चाहिये, क्योंकि इन बिन्दुओं पर हुयी त्रुटि कार्य के अन्त तक चलती है।

भविष्य में जाँच कार्य के अन्तर्गत परिवर्तन बिन्दुओं को ढूँढना पड़ सकता है। अत: यह बिन्दु भवन की कुरसी, मुंडेर, पुलिया, रेल, मीली पत्थर, उभरी चट्टान, कुएँ का फर्श इत्यादि पर रखना उत्तम रहता है।

परिवर्तन बिन्दु को **दिशा-बदल बिन्दु** भी कहते हैं।

(12) **लम्बन** (Parallax)—जब लक्ष्य काँच (Object Glass) द्वारा बनाया गया किसी लक्ष्य का प्रतिबिम्ब, बिम्बपट (डायाफ्राम) के पर्दे (Plane) पर ठीक से नहीं उतरता है अथवा आँख को ऊपर-नीचे करके देखने पर, प्रतिबिम्ब कृसतन्तु पर तैरता (कांपता) हुआ नजर (apparent movement) आता है, तो इसे लम्बन दोष कहते हैं। यह लक्ष्य काँच के दोषपूर्ण फोक्सन के कारण होता है।

लम्बन के कारण गज पठन में त्रुटि हो सकती है। आँख को ऊपर-नीचे करके कृसतन्तु को देखने पर लम्बन का पता चल जाता है।

निरास— लम्बन को दूर करने के लिये पहले नेत्रिका (Eye Piece) का समायोजन करें (इसे बाहर-भीतर की तरफ घुमायें) ताकि कृसतन्तु स्पष्ट दीखने लगे। ऐसा करते समय लक्ष्य सिरे को एक सफेद कागज से ढाँप लें। अब फोक्सन पेंच को घुमाकर लक्ष्य (गज) का प्रतिबिम्ब ठीक करें। जब लम्बन का निरास हो जाये, तो गज पर पाठ्यांक पढ़ें। लम्बन का निरास होने पर, आँख की किसी भी स्थिति में गज का पाठ्यांक समान पढ़ा जाता है।

लम्बन का निरास करने से पूर्व, आँख को कुछ क्षण बन्द करके सामान्य दृष्टि में ले आयें। ध्यान रहे गज की प्रत्येक नयी स्थिति के लिये लक्ष्य काँच का फोक्सन जरूरी है, जबकि नेत्रिका का समंजन केवल एक बार ही (यदि प्रेक्षक वही रहता है) करना पड़ता है।

(13) **मूल रेखायें** (Fundamental Axes of Leval)—पाणसल-अक्ष (Bubble Axis), दृष्टि रेखा (Line of sight) व उपकरण का ऊर्ध्व-अक्ष (Vertical Axis)—ये तीनों (काल्पनिक) रेखायें, **उपकरण की मूल रेखायें कहलाती** हैं। ये रेखायें एक-दूसरी के संदर्भ में अपनी-अपनी सत्य स्थिति में बनी रहनी चाहियें (चित्र 4.48)।

§ 4.23. लेवल यन्त्र को सैट करना तथा गज-पठन (Setting the Level and Reading Staff) :

तल मापन के कार्य के लिए एक सामान्य लेवल-यन्त्र को सैट करने की प्रक्रिया निम्न है-

(i) **त्रिपाद (Tripod) को भूमि पर खड़ा करना**—त्रिपाद की तीनों टाँगे फैलाकर, इसे भूमि पर इस प्रकार खड़ा करें कि इसका शीर्ष भूमि से लगभग 1·50 मी० की ऊँचाई पर रहें। त्रिपाद को सख्त परन्तु समतल भूमि पर खड़ा करना चाहिये। इसकी शाम (shoe) जमीन में प्रेस करके देनी चाहिये।

(ii) **उपकरण को बक्से से निकालकर त्रिपाद के ऊपर कसना**—उपकरण को दोनों हाथों से पकड़ कर धीरे से बक्से से बाहर निकाले। उपकरण निकालने से पहले इसकी बक्से में मूल विश्राम स्थिति (Rest Position) (नेत्रिका सिरा, अभिलक्ष्य सिरा, पाद-पेंच इत्यादि) ध्यानपूर्वक नोट करले ताकि कार्य समाप्ति पर इसे पुन: बक्से में रखने में कोई दिक्कत न हो। लेवल लाते-ले जाते समय हिले-ढूले नही, उपकरण को बक्से में ठीक से फिट स्थिति में रखा जाता है। अत: इसकी बक्से में मूल स्थिति को ध्यान में रखना होता है। लेवल को उठाते समय दाँये हाथ से दूरबीन को ऊपर से थामें और बाँय हाथ समतल-हैड़ के नीचे रखे।
लेवल का क्लेम्प पेंच ढीला करके, इसे दाँये हाथ में लें और इसे त्रिपाद के सॉक्ट-शीर्ष पर टिका कर, बाँये हाथ से समतलन-हैड की चूड़ियाँ कसदें।

(iii) **त्रिपाद-टाँग समायोजन (Leg adjustment)**—उपकरण को वाँछित ऊँचाई पर लाने के लिये, त्रिपाद की एक समय में दोनों टाँगे, फिर तीसरी टाँग आगे-पीछे दाँय-बाँय—इस प्रकार चलाये कि लेवल की दूरबीन तलेक्षक की आँख-तल पर आ जाये और त्रिशाखी लगभग समतल हो जायें।
अब त्रिपाद की शाम (shoes) को पाँव की दाँब से नीचे को प्रेस कर दें, ताकि त्रिपाद- ढाँचा उस स्थान पर दृढ़ता से खड़ा रहे और प्रक्षण के समय लुढ़के नहीं।

(iv) **पाद-पेंचों को मध्य-दूरी (Middle of Run) में लाना**—लेवल की समतलन क्रिया शुरू करने से पहले, पाद-पेंचों (Foot Screws) को लगभग इनकी प्रचलन की मध्य दूरी मे ले आयें। इससे आगे की समतलन क्रियाओं में कम समय लगता है।

(v) **लेवल का समायोजन (नेत्रिका का फोक्सन, लक्ष्य-काँच का फोक्सन आदि क्रियायें)**—इनके लिए लेवल का अस्थायी व स्थायी समायोजन किया जाता है (लेवल की समायोजन की प्रक्रिया अगले अनुच्छेदों में स्पष्ट की गयी है)।

(vi) **गज-पठन**—गज-वाला को स्टेशन बिन्दु पर, जिसकी उच्चता ज्ञात करनी है, गज सीधा पकड़ कर खड़ा होने को कहे।। दूरबीन से गज (लक्ष्य) का बेधन करें और गज पर दृष्टि

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

रेखा की सीध में (क्षैतिज क्रस-तन्तु की सीध में) पड़ने वाला पाठ्यांक पढ़े और लेवल-पंजी में दर्ज करें।

गज खड़ा है सामने, कर इसकी पहचान
लगता है सीधा, पर उल्टे इस पर निशान

4.23-1 लेवल से संलग्न दिक्सूचक से दिक्मान पढ़ना (Taking Bearings with the compass attached to the level)—यदि लेवल-यन्त्र में दिक्सूचक लगी है अथवा अलग से दी गयी है, तब सर्वेक्षण रेखा का दिक्मान पढ़ने की प्रक्रिया भिन्न है। सामान्यत: लेवल यन्त्र में फिट की जाने वाली दिक्सूचक प्रिज्मी प्रकार की होती है।

(i) यदि दिक्सूचक अलग से दी गयी है, इसे लेवल यन्त्र के निर्धारित खाँचे (slot) में रखकर पेंच कस दें।
(ii) दिक्सूचक का क्लेम्प-पेंच ढ़ीला करें और सूई को स्थिर अवस्था (Rest) में आने दे।
(iii) दिक्सूचक पर लगी प्रिज्म को ऊपर-नीचे सरका कर दिक्सूचक की अंशांकित चकती का फोकस करें ताकि कोणीय निशान ठीक से पढ़े जा सके।
(iv) अब दूरबीन को स्टेशन पर रखे गज (Staff) अथवा आरेखन-दण्ड को साधे और बिम्बपट पर इसकी शुद्धता की जांच करें।
(v) दिक्सूचक की चकती पर कोण का मान पढ़े। यह सर्वेक्षण रेखा का चुम्बकीय याम्योत्तर (Magnetic Meridian) से कोण होगा।
(i) दिक्सूचक पठन के बाद इसकी सूई को क्लेम्प कर देना ताकि इसका व्यर्थ में डोलना रुक जाये।

§ 4.24. लेवल यन्त्र का समायोजन (Adjustment of Level) :

लेवल एक नाजुक यन्त्र है। इसके विभिन्न चल व अचल अंगों में एक निश्चित सम्बन्ध रहता है। परिशुद्ध कार्य के लिए यह आवश्यक है कि इन घटकों में यह सम्बन्ध बना रहे। अत: तलेक्षण गज पर पाठ्यांक पढ़ने से पहले, लेवल उपकरण का समायोजित होना लाजमी है। लेवल उपकरण का समायोजन दो प्रकार का होता है—

(a) अस्थायी समायोजन (Temporary Adjusment)।
(b) स्थायी समायोजन (Permanent Adjustment)।

(a) अस्थायी समायोजन में लेवल को त्रिपाद पर कस कर, पाणसल के बुलबुले को दूरबीन की दो समकोणक स्थितियों के लिये मध्य में लाया जाता है, ताकि दृष्टि रेखा क्षैतिज हो जायें। लेवल को प्रत्येक नयी स्थिति में सैट करने के लिये तथा गज पर पाठ्यांक पढ़ने से पहले लेवल का अस्थायी समायोजन करना आवश्यक है। अस्थायी समायोजन को **स्टेशन समायोजन** (Station Adjustment) भी कहते हैं।

(b) स्थायी समायोजन में लेवल की मूल रेखाओं (Fundamental Axis) को एक दूसरे के संदर्भ में अपनी सत्य स्थिति में लाया जाता है (पाणसल अक्ष, दृष्टि रेखा तथा उपकरण का ऊर्ध्वाधर अक्ष-यह तीनों रेखायें, मूल रेखायें कहलाती हैं)। यह समायोजन तभी करना पड़ता है, जब इन अक्षों के आपसी सम्बन्ध भंग हो जाते हैं। स्थायी समायोजन जटिल पड़ता है और काफी समय ले लेता है। लेवल के निर्माण के समय, इस की मूल रेखाओं के आपसी सम्बंधों की पूरी तरह जांच होती हैं, परन्तु क्षेत्र में प्रयोग के कारण, कुछ समय बाद इनके समायोजन में विकार आ जाता है। तब इसकी स्थायी समायोजन की आवश्यकता पड़ती है।

अस्थायी समायोजन की प्रक्रिया नीचे दी गयी है। स्थायी समायोजन का वर्णन अनुच्छेद 4.49 में किया गया है।

§ 4.25. डम्पी लेवल का अस्थायी समायोजन (Temporary Adjustment of Dumpy Level) :

जैसा ऊपर बताया गया है, लेवल की प्रत्येक स्थापना (Setting) पर इसका अस्थायी समायोजन करना लाजमी है अन्यथा गज पर पाठ्यांक प्राप्त नहीं होते हैं या दूषित प्राप्त होते हैं। अस्थायी समायोजन को स्टेशन समायोजन (Station Adjustment) भी कहते हैं। अब व्यवहार में डम्पी व झुकाऊ (I.O.P.) लेवल अधिक प्रयोग में आते हैं।

डम्पी लेवल की अस्थायी समायोजन की प्रक्रिया निम्न तीन चरणों में की जाती है—

(i) लेवल की स्थापना (Setting up),
(ii) लेवल का समतलन (Levelling up),
(iii) लम्बन का निरास (Parallax Elimination)

विस्तृत वर्णन निम्न है—

(1) लेवल की स्थापना (Setting up of the Level)—

(a) त्रिपाद को समतल जमीन पर सुविधाजनक ऊँचाई तक खड़ा करके (टाँगों के सहारे), उस पर लेवल यन्त्र कसें। लेवल यन्त्र को दाँय हाथ से उठाकर त्रिपाद पर रखे और बायँ हाथ से ट्राइवेट को घुमाते हुये, इसे त्रिपाद के साकेट पर कस दें। कसने से पूर्व लेवल का क्लेम्प ढीला कर लें। त्रिपाद के सॉक्ट पर बाह्य और ट्राइवेट पर भीतरी चूड़ियाँ कटी रहती हैं।

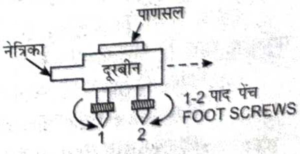
(b) त्रिपाद की टाँगें इस प्रकार फैलायें कि लेवल यन्त्र सर्वेक्षक के लिये उपयुक्त ऊँचाई पर बना रहे। पहले दो टांगों को एक साथ दायँ-बायँ चलाये फिर आवश्यक हो तो तीसरी टांग दाँय-बाँय / अन्दर-बाहर चलाये।

(c) सभी पाद पेंचों (Foot Screws) को उनकी प्रचलन-सीमा के मध्य में (Middle of Run) लायें और समतलन अवयव को भी लगभग (अन्दाज से) समतल रखें। त्रिपाद की दो टाँगों को हाथ के दाब से जमीन में धँसाकर, तीसरी टाँग अन्दर-बाहर अथवा दायें-बायें करते हुये, लेवल की लम्बी तथा आड़ी पाणसलों के बुलबुलों को लगभग मध्य में ले जायें। त्रिपाद की टाँगों द्वारा प्राथमिक समतलन करने से आगे की प्रक्रिया में कम समय लगता है।

(2) लेवल का समतलन (Levelling up of the Level)—

(a) क्लेम्प को ढीला रखते हुये, दूरबीन को किन्हीं दो पाद-पेचों के समान्तर लायें (चित्र 4.23 के अनुसार 1 व 2)।

(b) दोनों हाथों की प्रथम अँगुली तथा अँगूठे की सहायता से पाद-पेचों को समान गति से **एक साथ** अन्दर की तरफ अथवा बाहर की तरफ घुमायें। इससे लम्बी पाणसल का बुलबुला सरकता हुआ मध्य स्थिति में आने लगेगा (पेंचों को अन्दर की तरफ घुमाने से बुलबुला **दायीं** ओर चलेगा और पेंचों को बाहर की ओर घुमाने से बुलबुला **बायीं** ओर चलता है)-(**दायें अन्दर-बायें बाहर**)। इस प्रकार



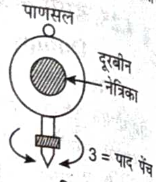
चित्र 4.23

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

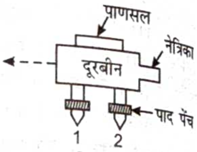
बुलबुले को मध्य में लायें। कुछ क्षण पेंचों को घुमाने पर बुलबुला मध्य में आ जायेगा। पेंचों को ध्यान में समान गति से घुमाना चाहिये। यदि एक पेंच को अत्यधिक तेजी से घुमाया जाता है तो इसके जाम हो जाने की सम्भावना रहती है।

(c) अब दूरबीन को 90° पर घुमाकर इसे तीसरे पाद-पेंच के समान्तर लायें और पाद-पेंच 3 को घुमाकर बुलबुले में मध्य स्थिति (यदि वह मध्य में नहीं है) लायें (चित्र 4.24)।



चित्र 4.24

(d) दूरबीन को पुनः पहली स्थिति में पाद-पेंचों 1 व 2 के समान्तर ले जायें। बुलबुला यदि मध्य से हट गया है तो उपरोक्त (b) प्रक्रिया को दोहराते हुये, इसे पुनः मध्य में लायें। अब प्रक्रिया (c) को दोहरायें। आवश्यक हो तो प्रक्रिया (b) व (c) को बार-बार दोहरायें। इस प्रकार बुलबुला दूरबीन की दो समकोणक स्थितियों में मध्य बिन्दु पर आ जायेगा। (उपरोक्त प्रक्रियाओं में सर्वेक्षक को अपनी स्थिति बदलने की आवश्यकता नहीं है)।



चित्र 4.25

(e) अब दूरबीन को 180° पर घुमायें। बुलबुला मध्य में होना चाहिये। चित्र (4.25)

इसके बाद दूरबीन की किसी भी क्षैतिज स्थिति में बुलबुला पाणसल के मध्य में रहना चाहिये। यदि ऐसा नहीं है तो इसका अर्थ है कि उपकरण का स्थायी समायोजन भंग है (तब इसका स्थायी समायोजन भी आवश्यक है)।

(3) लम्बन का निरास (Elimination of Parallax)—

(a) लेवल उपकरण के लक्ष्य सिरे से दूरबीन का धूप-ढ़क्कन हटा दें और नेत्रिका को आगे-पीछे घुमायें ओर देखें कि बिम्बपट (डायाफ्राम) पर कृस-तन्तु स्पष्ट व तीखे नजर आ रहे हैं। ऐसा करते समय दूरबीन का लक्ष्य सिरा या तो आकाश (शून्य) की ओर मोड़ दें अथवा एक सफेद कागज लक्ष्य काँच पर लगा कर, फिर बिम्बपट को देखें।

(b) दूरबीन को गज की ओर घुमायें और नेत्रिका से देखते हुये गज का प्रतिबिम्ब बिम्बपट पर उतारें। इसके लिये फोकसी पेंच को घुमायें। फोकसन करते समय दूरबीन को क्लेम्प कर दें और मन्द गति पेंच से दूरबीन को गज पर साधें। देखे अनुच्छेद (4.22-12)।

लेवल के समतलन तथा लम्बन के निरास के पश्चात् गज पर पाठ्यांक लिया जा सकता है।

§ 4.26. झुकाऊ या आई० ओ० पी० लेवल का अस्थायी समायोजन (Temporary Adjustment of Tilting or I.O.P. Level) :

झुकाऊ लेवल का अस्थायी समायोजन डम्पी लेवल से थोड़ा भिन्न है, परन्तु यह शीघ्र सम्पन्न हो जाता है। प्रक्रिया निम्न है—

(a) लेवल को त्रिपाद पर कसें। त्रिपाद की टाँगों का समायोजन करके समतलन हेड को क्षैतिज करें और गोलाकार पाणसल के बुलबुले को मध्य में लाने की चेष्टा करें। इससे पाद-पेंचों द्वारा समतलन करने में सरलता हो जाती है और समय भी कम लगता है।

(b) पाद पेंचों की सहायता से लम्बी पाणसल के बुलबुले को मध्य में लायें (जैसा डम्पी लेवल के अस्थायी समायोजन में किया जाता है।)

(c) झुकाऊ पेंच को घुमाकर शून्य अंक पर लायें।

(d) दूरबीन को घुमा कर तलेक्षण गज को साधें और फोकसी पेंच से फोकस ठीक करें। यदि लम्बन है तो इसका भी निरास करें।

(e) अब गज पर पाठ्यांक पढ़ें। गज पठन के समय यदि बुलबुला इधर-उधर खिसक गया है, तो झुकाऊ पेंच से इसे पुनः मध्य में ले आयें।

(f) जब भी दूसरे स्थान पर लेवल सैट किया जाता है, तो पाद पेंचों से समतलन करने की आवश्यकता नहीं है। झुकाऊ पेंच से बुलबुला मध्य स्थित में लायें और गज-पाठन करते चले जायें।

§ 4.27. लेवल पंजी में गज पाठ्यांकों की प्रविष्टियाँ करना (Booking the Level Book) :

(1) लेवल पंजी (Level Book)—यह जरीब सर्वेक्षण में वर्णित क्षेत्र पंजी की भाँति एक सुहस्त पंजीका होती है, जिसमें विभिन्न स्टेशनों पर प्रेक्षित गज पठन दर्ज किये जाते हैं और स्टेशनों के समानीत तल (R.L.) की गणना की जाती है।

लेवल पंजी पर प्रविष्टियाँ दो प्रकार से की जाती हैं और इसी के अनुरूप पंजी पर कॉलम (खाने) छपे रहते हैं (देखे तालिका 4.1 व 4.3)। लेवल पंजी भरने की प्रक्रिया अगले पृष्ठों पर उदाहरण देकर स्पष्ट की गई है।

(2) प्रविष्टियाँ (Bookings)—गज पाठ्यांकों को लेवल पंजी में दर्ज करते समय निम्न बातों को ध्यान में रखें—

(i) पाठ्यांक तुरन्त लेवल पंजी में प्रेक्षणों के क्रम में दर्ज करें। पश्च दृष्टि (B.S.) तथा अग्र दृष्टि (F.S.) के खाने ध्यानपूर्वक भरें।

(ii) तलेक्षण कार्य में प्रथम गज पठन सदा पश्च दृष्टि (B.S.) तथा अन्तिम गज पठन अग्र दृष्टि (F.S.) होता है। कार्य पश्च दृष्टि से शुरू करके अग्र दृष्टि पर समाप्त किया जाता है।

(iii) लेवल उपकरण की प्रत्येक स्थापना पर एक पश्च दृष्टि और एक ही अग्र दृष्टि होती है। अन्य सभी गज-पठन मध्य दृष्टि (I.S.) से अन्तर्गत दर्ज किये जाते हैं।

(iv) जिस बिन्दु पर अग्र तथा पश्च, दोनों गज-पठन लिये जाते हैं, वह परिवर्तन बिन्दु (Change Point) कहलाता है और यह गज पाठ्यांक लेवल पंजी में एक ही रेखा पर लिखे जाते हैं।

(v) स्टेशनों तथा परिवर्तन बिन्दुओं का सन्दर्भ तथा संक्षिप्त विवरण टिप्पणी वाले खाने में दर्ज करें।

§ 4.28. क्षेत्र कार्य के लिये निर्देश (Field Instructions) :

(a) **गज-वाला के लिये निर्देश** (Instructions for the Staff Man)—गज-वाला को तलेक्षण गज पकड़ते समय निम्न बातों का ध्यान रखना चाहिये—

(i) गज के पाद पर कीचड़, गोबर, मिट्टी आदि नहीं जमना चाहिये।

(ii) जब टैलीस्कोपी गज का उपयोग किया जा रहा है तो इसे खींचकर स्प्रिंग-पकड़ (Spring Catch) तक पूर्ण खोल लेना चाहिये।

(iii) सख्त समतल भूमि पर अथवा खूँटी पर ही गज टिकाना चाहिये ताकि यह जमीन में न धँस जाये।

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(iv) गज को ऊर्ध्वाधर पकड़ना चाहिये। सिधाई की जाँच के लिये कुछ गजों के पाद पर गोल डिब्बी पाणसल (Pill Box Bubble) लगी रहती है। उस पर नजर रखें।

(v) परिवर्तन बिन्दु पर गज को घुमाकर ठीक उसी बिन्दु पर ही रखना चाहिये। इधर-उधर सरकाने से पाठ्यांक में अन्तर आ सकता है।

(vi) गज को सदा कान्धे पर रख कर एक स्थान से दूसरे स्थान पर ले जाना चाहिये। इसे घसीटना तथा पटकना नहीं चाहिये। लाठी की भाँति इसका सहारा लेकर मत चलें।

(vii) गज पकड़ते समय अपना मुँह लेवल उपकरण की तरफ रखना चाहिये और तलेक्षक के संकेतों पर ध्यान रखना चाहिये।

(b) **लेवल-वाला के लिये निर्देश** (Instructions for Level Man)—लेवल-वाला (तलेक्षक) को निम्न बातों पर ध्यान देना आवश्यक है—

(i) लेवल उपकरण को सख्त भूमि पर सैट करना चाहिये ताकि गजपठन के समय यह जमीन में न धँस जाये। त्रिपाद के फिसलने पर समस्त उपकरण धरती पर आ जाता है, और क्षतिग्रस्त हो सकता हैं।

(ii) पश्च दृष्टि के तुरन्त बाद अग्र दृष्टि लेनी चाहिये। मध्य दृष्टि (Inter sight) बाद मे लें।

(iii) समान्तरण, वक्रता व बर्तन की त्रुटि दूर रखने के लिये लेवल को दो स्टेशनों के मध्य में स्थापित करना चाहिये।

(iv) लेवल का अस्थायी समायोजन करने के बाद, लक्ष्य सिरे को घुमाकर गज की तरफ करें और गज-वाला को गज ठीक पकड़ने के संकेत दें।

(v) गज को, सही कृसतन्तु को पहचान कर ही पढ़ना चाहिये। क्षैतिज कृस-तन्तु और स्टेडिया को ठीक से पहचानें।

(vi) पाठ्यांक लेते समय बुलबुले के मध्य में होने की जाँच कर लेनी चाहिये।

(vii) पाठ्यांक को ध्यानपूर्वक तुरन्त लेवल पंजी के सही खाने में दर्ज कर लेना चाहिये।

(viii) लेवल उपकरण को कभी भी क्षेत्र में निगरानी-रहित नहीं छोड़ना चाहिये और पशुओं को इससे दूर रखना चाहिये।

(ix) सीधी तेज घूप में पाणसल का बुलबुला मचलने लगता है, अत: दोपहरी में सर्वे-छाता लगा कर तलेक्षण कार्य करना चाहिये अन्यथा कार्य बन्द रखना चाहिये।

(x) जब कई पार्टी साथ-साथ तलेक्षण कर रही हों तो अपने गज की पहचान रखनी चाहिये।

(xi) तलेक्षण कार्य तल चिन्ह (B.M.) से शुरू करके तल चिन्ह पर ही समाप्त करना चाहिये।

§ 4.29. तलेक्षण कार्य में सावधानियाँ (Precautions in Levelling Work):

तलेक्षण करते समय निम्न सावधानियाँ बरतनी चाहियें—

(i) **उपकरणों की जाँच**—तलेक्षण कार्य शुरू करने से पूर्व सभी आवश्यक उपकरणों-लेवल त्रिपाद, तलेक्षण गज, फीता खूटियाँ, लेवल पंजी आदि की जाँच कर लेनी चाहिये।

(ii) **स्थिर भूमि**—लेवल उपकरण तथा गज ऐसी जगह पर रखने चाहिए, जहाँ इनके नीचे धँसने की सम्भावना न हों।

(iii) **दृष्टि दूरी**—दूरबीन की क्षमता को देखते हुये दृष्टि दूरी 100 मी॰ से अधिक नहीं रखनी चाहिये।

(iv) **पश्च व अग्र दृष्टि**—जहाँ तक सम्भव हो पश्च तथा अग्र दृष्टि की दूरियाँ समान रखनी चाहियें। इससे वक्रता व वर्तन के दोष स्वत: निरस्त हो जाते हैं। पश्च दृष्टि (B.S) के तुरन्त बाद ही अग्रदृष्टि (F.S.) लेनी चाहिये।

(v) **समायोजन**—लेवल का समायोजन प्रत्येक नयी स्थापना पर ध्यानपूर्वक करना चाहिये। बुलबुले को मध्य में लाकर ही गज पर पाठ्यांक पढ़ना चाहिये।

(vi) **लम्बन**—फोकसन को ठीक करके लम्बन (Parallax) का निरास कर लेना चाहिये अन्यथा गज पठन धूमल प्राप्त होंगे।

(vii) **तलेक्षण गज**—गज को ठीक ऊर्ध्वाधर पकड़ना चाहिये। परिशुद्ध कार्य के लिये साहुल लटका कर गज की सीधाई की जाँच कर लेनी चाहिये।

(viii) **पाणसल**—गज पठन करते समय पाणसल का बुलबुला ठीक मध्य स्थिति में होना चाहिये।

(ix) **उपकरण से उच्च-स्थित बिन्दु**—जब तल चिन्ह (B.M.) उपकरण ऊँचाई से ऊपर स्थित हैं, जैसे कमरे या सुरंग की छत (Ceiling) तब उपकरण ऊँचाई (H.I.) प्राप्त करने के लिये पश्च दृष्टि (B.S.) घटाई जाती हैं। इसी प्रकार जब अगला स्टेशन उपकरण-ऊँचाई से ऊपर स्थित हो, अग्र दृष्टि (F.S.) इस में जोड़ी जाती है।

(x) **कार्य की जाँच**—जब तलेक्षण कार्य की पुन: जाँच करनी आवश्यक हो, तो यह कार्य किसी अन्य तलेक्षक द्वारा किसी अन्य दिन, स्वतन्त्र रूप से किया जाना चाहिये। कार्य में परिवर्तन बिन्दु भी बदल देने चाहियें।

(xi) **अनुकूल मौसम**—तलेक्षण कार्य वर्षा होने, तेज हवा-आँधी चलने पर बन्द कर देना चाहिये। तेज धूप में तलेक्षण कार्य छाता लगाकर किया जा सकता है।

§ 4.30. तलेक्षण द्वारा दो बिन्दुओं का तल-अन्तर ज्ञात करना (Finding out the Difference of Levels in Between Two Stations)

क्षेत्र में जिन दो स्टेशन बिन्दुओं का तल-अन्तर ज्ञात करना है, उनकी निम्न दो स्थितियाँ हो सकती हैं—

(a) जब दोनों स्टेशन-बिन्दु लेवल उपकरण की किसी एक स्थापना (Setting) से दिखाई दें।

(b) जब दोनों स्टेशन-बिन्दु इतनी दूर स्थित हों कि लेवल की एकल स्थापना से दिखाई न पड़े।

पहली स्थिति में साधारण तलेक्षण (Simple Levelling) अपनाया जाता है।

दूसरी स्थिति में बहुरोपण या सतत तलेक्षण (Differential or Continuous Levelling) किया जाता है।

दोनों प्रक्रियायें निम्न स्पष्ट की गई हैं।

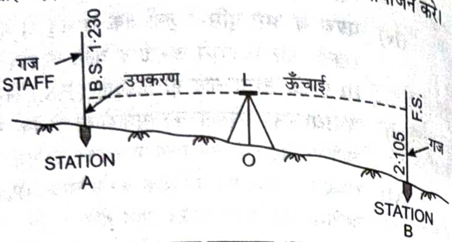
स्थिति I–जब दोनों स्टेशन-बिन्दु लेवल की एकल स्थापना से दिखाई पड़ते हैं (Simple Levelling)—

माना क्षेत्र में दो स्टेशन A तथा B हैं, जिनका तल-अन्तर ज्ञात करना है। तलेक्षण प्रक्रिया निम्नलिखित है—

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(i) **लेवल की स्थापना व समायोजन**—स्टेशन A तथा B के लगभग मध्य में (बिन्दु O पर) जहाँ से दोनों स्टेशन स्पष्ट दिखाई पड़ें, लेवल सैट करें और इसका अस्थायी समायोजन करें।

(ii) **गज पकड़ना**—अब गज-वाले को कहें कि वह गज लेकर प्रथम स्टेशन बिन्दु (मान लो A) पर खड़ा हो जाये (चित्र 4.26)।



चित्र 4.26—साधारण तलमापन (Simple Levelling)

(iii) **लम्बन का निरास**—तलेक्षक लेवल-उपकरण की नेत्रिका से देखते हुये दूरबीन का फोकसन करे और यदि लम्बन (Parallax) है तो उसका निरास करे।

(iv) **गज पठन**—अब गज A की ओर दूरबीन को लक्ष्य करें। जहाँ बिम्बपट का क्षैतिज कृस तन्तु गज को काटता दिखायी पड़ता है, वह पाठ्यांक नोट करें (तलेक्षक को दूरबीन से गज उल्टा दिखाई देगा, अतः गज को ऊपर से नीचे की तरफ पढ़ें)। माना यह पाठ्यांक 1·230 मी॰ है।

(v) **गज अन्तरण**—अब गज-वाले को स्टेशन-बिन्दु B पर आने को कहें और दूरबीन घुमाकर B पर गज पठन लें। माना यह पाठ्यांक 2·105 मी॰ है।

(vi) **तल-अन्तर**—दोनों स्टेशनों का तल-अन्तर निम्न प्रकार ज्ञात करें—

तल-अन्तर = पश्च दृष्टि — अग्र दृष्टि

(Difference = B.S.—F.S.

$= 1{\cdot}230 - 2{\cdot}105$

$= -0{\cdot}875$ मी॰

टिप्पणी—जब दोनों स्टेशन (पिछला व अगला) उपकरण-ऊँचाई से नीचे स्थित है—पश्च दृष्टि (+ve) और अग्र दृष्टि (–ve) ली जाती।

स्मरण उक्ति :

बाप की कमाई (+ve)
बेटे ने उड़ाई (–ve)

(vii) **पहचान**—जिस स्टेशन का गज-पठन **अधिक** होता है, वह स्टेशन, अन्य कम गज-पठन वाले स्टेशन से **नीचा** स्थित होता है। चित्र 4·26 में दिखाये गये पाठ्यांकों के अनुसार स्टेशन B का गज-पठन स्टेशन A से 0·875 मी॰ अधिक है, अतः यह स्टेशन A से 0·875 मी॰ नीचा स्थित है।

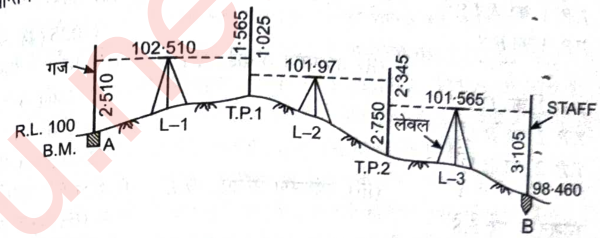
(**टिप्पणी**—स्टेशन की उच्चता की पहचान के लिये निम्न स्मरण उक्ति याद रखें—

खड़े गज की समझे चाल
फोर बड़ा तो होता फाल

अर्थात् जब फोर साइट (F.S.) अधिक है तो वह स्टेशन नीचा (फाल) स्थित होगा।)

स्थिति II–जब दोनों स्टेशन-बिन्दु लेवल की एकल-स्थापना से दिखाई न पड़ते हों (Differential Levelling)—

माना दो स्टेशन A तथा B हैं, जो एक-दूसरे से बहुत अधिक दूरी पर स्थित हैं और लेवल की एकल स्थापना से दोनों पर गज-पठन नहीं हो सकता है। इस स्थिति में दोनों स्टेशनों का अन्तर लेवल की **अनेक बार** स्थापना करके ज्ञात किया जाता है। इसे बहुरोपण या विभेदी तलेक्षण कहते हैं। बहुरोपण तलेक्षण में उपयुक्त दूरी पर अनेक परिवर्तन बिन्दु (C.P. or T.P.) लिये जाते हैं और प्रत्येक बिन्दु का तल (उच्चता) साधारण तलेक्षण विधि से ज्ञात किया जाता है और यह क्रिया अन्तिम स्टेशन तक पहुँचाई जाती है। प्रक्रिया निम्न है—



चित्र 4.27—बहुरोपण या विभेदी तलमापन (Differential Levelling)

चित्र 4.27 के अनुसार पहले स्टेशन A और परिवर्तन बिन्दु T.P.1 के मध्य, $L-1$ पर लेवल सैट करें और पश्च तथा अग्र पाठ्यांक नोट कर लें। अब लेवल को उठा कर अगले स्थापना बिन्दु, $L-2$ पर सैट करें और $T.P.1$ पर पश्च और $T.P.2$ पर अग्र गज-पठन करें। फिर लेवल ले जाकर $L-3$ पर सैट करें और $T.P.2$ पर पश्च और स्टेशन B पर अग्र गज पठन लें।

स्टेशन A तथा B का तल अन्तर, स्टेशन A व $T.P.1$, $T.P.1$ व $T.P.2$, $T.P.2$ व स्टेशन B के अन्तरों के जोड़ के बराबर होगा। यदि परिणाम (–ve) है तो अन्तिम बिन्दु नीचा है अन्यथा ऊँचा स्थित है।

दोनों स्टेशनों का तल-अन्तर निम्न प्रकार भी ज्ञात किया जाता है—

तल अन्तर $= \Sigma B.S. - \Sigma F.S.$

अथवा तल अन्तर = कुल पश्च दृष्टि – कुल अग्र दृष्टि

गणनायें—(चित्र 4.27 के अनुसार)—

(a) **प्रथम विधि से** (पश्च दृष्टि को +ve तथा अग्र दृष्टि को – ve लेते हुये)—

(i) स्टेशन A व $T.P.1$ का तल अन्तर $= +2{\cdot}510 - 1{\cdot}565 = +0{\cdot}945$ मी॰

(ii) $T.P.1$ व $T.P.2$ का तल अन्तर $= +1{\cdot}025 - 2{\cdot}750 = -1{\cdot}725$ मी॰

(iii) $T.P.2$ व स्टेशन B का तल अन्तर $= +2{\cdot}345 - 3{\cdot}105 = -0{\cdot}760$ मी॰

शुद्ध जोड़ $= -1{\cdot}540$ मी॰

अतः स्टेशन B, स्टेशन A से 1·540 मी॰ नीचा है।

(b) **दूसरी विधि से**—

कुल पश्च दृष्टि, $\Sigma B.S. = 2{\cdot}510 + 1{\cdot}025 + 2{\cdot}345 = 5{\cdot}880$ मी॰

कुल अग्र दृष्टि, $\Sigma F.S. = 1{\cdot}565 + 2{\cdot}750 + 3{\cdot}105 = 7{\cdot}420$ मी॰

∴ $\Sigma B.S. - \Sigma F.S. = -1{\cdot}540$ मी॰

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(c) समानीत तल (R.L.) की गणना करके—

मान लो स्टेशन *A* का *R.L.* = 100·000 मी०

स्टेशन *A* पर पश्च दृष्टि, *B.S.* 2·510 (+)

(i) उपकरण ऊँचाई, *H.I.* 102·510

T.P. 1 की अग्र दृष्टि, *F.S.* 1·565 (–)

T.P. 1 का *R.L.* = 100·945

T.P. 1 का *B.S.* 1·025 (+)

(ii) उपकरण ऊँचाई, *H.I.* 101·970

T.P. 2 का *F.S.* 2·750 (–)

T.P. 2 का *R.L.* = 99·220

T.P. 2 का *B.S.* 2·345 (–)

(iii) उपकरण ऊँचाई, *H.I.* 101·565

स्टेशन *B* पर F.S. 3·105 (–)

स्टेशन *B* का *R.L.* 98·460 मी०

जाँच—स्टेशन *A* तथा *B* के *R.L.* का अन्तर,

$$100 \cdot 00 - 98 \cdot 460 = 1 \cdot 540 \text{ मी०}$$

क्योंकि स्टेशन *B* का समानीत तल, स्टेशन *A* के समानीत तल से कम है, अत: स्टेशन *B*, स्टेशन *A* से 1·540 मी० नीचा स्थित है।

उदाहरण 4.2 : दो ज्ञात उच्चता वाले तल चिन्हों (*B.M.*) *A* और *B* के मध्य उड़न तलेक्षण (Fly Levelling) किया गया। तल चिन्हों के समानीत तल (R.L.) क्रमश: 265·630 व 263·720 हैं। तलेक्षण कार्य में पश्च दृष्टि का जोड़ और अग्र दृष्टि का जोड़ क्रमश: 6·815 व 8·750 है। तलेक्षण कार्य की समापन त्रुटि ज्ञात कीजिये।

हल : तल चिन्ह *A* का समानीत तल = 265·630

तलेक्षण के आधार पर तल चिन्ह *B* का समानीत तल

$$= A \text{ का } R.L. + \Sigma B.S. - \Sigma F.S.$$

$$= 265 \cdot 630 + 6 \cdot 815 - 8 \cdot 750$$

$$= 263 \cdot 695$$

परन्तु तल चिन्ह *B* का समानीत तल (प्रश्न के अनुसार) = 263·720

$$\therefore \quad \text{समापन त्रुटि} = 263 \cdot 695 - 263 \cdot 720$$

$$= -0 \cdot 025 \text{ m}$$

§ 4.31. समानीत तलों की गणना की विधियाँ (Booking and Methods of Calculating Reduced Levels—R.L.) :

प्रेक्षित गज पाठ्यांकों से स्टेशन-बिन्दुओं के समानीत तल (*R.L.*) की गणना करने की दो मानक विधियाँ हैं। यह गणनायें उपयुक्त तालिका बनाकर, क्षेत्र प्रक्षेणों को दर्ज करते हुए की जाती हैं।

(1) उपकरण-ऊँचाई या संधान विधि (Height of Instrument or Collimation Method)

(2) चढ़ाव-उतार विधि (Rise and Fall Method)

इनका विस्तार से वर्णन निम्न है—

4.31-1. उपकरण-ऊँचाई विधि (H.I. Method)—इस विधि में उपकरण की प्रत्येक स्थापना (Setting) के लिये उपकरण ऊँचाई (दृष्टि रेखा की ऊँचाई) ज्ञात की जाती है और इसके सन्दर्भ में वाँछित बिन्दुओं के समानीत तल (*R.L.*) की गणना की जाती है।

सर्वप्रथम प्रारम्भ-स्टेशन (ज्ञात तल चिन्ह) के समानीत तल (उच्चता) में उस स्टेशन पर ली गई पश्च दृष्टि (*B.S.*) को **जोड़कर,** उपकरण-ऊँचाई (*H.I.*) निकाल ली जाती हैं। अब इस उपकरण-ऊँचाई से अगले स्टेशन-बिन्दु पर ली गयी अग्र दृष्टि (*F.S.*) (यदि अन्तर्वर्ती बिन्दु है तो मध्य दृष्टि *I.S.*) **घटाकर**, उसका समानीत तल ज्ञात किया जाता है।

लेवल उपकरण की अगली स्थापना के लिये भी उपरोक्त की भाँति पश्च दृष्टि जोड़कर, उपकरण ऊँचाई और इसमें से अग्र दृष्टि घटाकर, अगले स्टेशन-बिन्दु का समानीत तल ज्ञात किया जाता है। इस प्रकार गणना कार्य अन्तिम स्टेशन तक ले जाकर उसका समानीत तल निकाल लिया जाता है।

सभी गज-पठनों को लेवल पंजी में तालिका के रूप में दर्ज किया जाता है और उपकरण-ऊँचाई तथा समानीत तलों की गणना करके सम्बन्धित खानों (कोष्ठों) में लिख दिया जाता है।

निर्धारित तालिका अथवा लेवल पंजी का पृष्ठ का नमूना नीचे दिखाया गया है। समानीत तलों की गणना करके, इनकी अन्त में गणितीय जांच करके, कार्य की शुद्धता की जांच की जाती हैं।

तालिका 4.1–उपकरण-ऊँचाई विधि या संधान विधि

(Height of Instrument or Collimation Method)

(लेवल पंजी पृष्ठ)

स्टेशन का नाम या संख्या	जरीबी दूरी (Distance)	दिक्मान (Bearing)		गज पठन (Staff Readings)			उपकरण ऊँचाई (Height of Instru-ment)	समानीत तल (Reduced Level)	टिप्पणी (Remarks)
		अग्र Fore	पश्च Back	पश्च दृष्टि (Back Sight) *B.S.*	मध्य दृष्टि (Inter Sight) *I.S.*	अग्र दृष्टि (Fore Sight) *F.S.*	*H.I.*	*R.L.*	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

गणितीय जाँच— इस विधि में सभी पश्च दृष्टि का जोड़ तथा सभी अग्र दृष्टि का जोड़ का अन्तर, अन्तिम तथा प्रारम्भिक स्टेशनों के समानीत तलों के अन्तर के बराबर होता है, अर्थात्—

$$\Sigma B.S. - \Sigma F.S. = \text{अन्तिम } R.L. - \text{प्रथम } R.L. \quad ...(4.2)$$

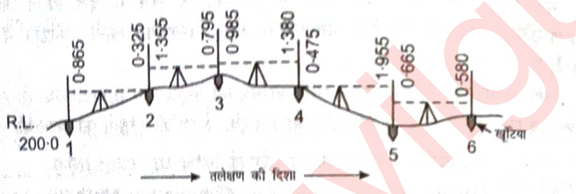
इस विधि में मध्यवर्ती स्टेशनों के समानीत तलों की जाँच का कोई तरीका उपलब्ध नहीं है।

उदाहरण 4.3 : एक पहुँच मार्ग की प्रस्तावित मध्य रेखा पर डम्पी लेवल से प्रत्येक 30 मी० के अन्तराल पर निम्नलिखित गज-पाठ्यांक लिये गये–

(i) पश्च दृष्टि (*B. S.*) = 0·865, 1·355, 0·985, 0·475, 0·665,

(ii) अग्र दृष्टि (*F. S.*) = 0·325, 0·795, 1·380, 1·955, 0·580.

तलेक्षण रेखा का अग्र दिक्मान व पश्च दिक्मान क्रमशः 240° व 60° है। लेवल पंजी का एक पृष्ठ बनाइये और उसमें उपरोक्त गज पठन भरिये। प्रत्येक स्टेशन का समानीत तल (*R.L.*) की गणना, उपकरण-ऊँचाई (*H.I.*) विधि से कीजिये। प्रथम स्टेशन के तल-चिन्ह (*B.M.*) की उच्चता 200·000 मी० मान लें। कार्य की गणितीय जाँच भी लगाइये।



चित्र 4.28

समानीत तलों की गणना—

(i) उपकरण स्थापना 1–2—

बिन्दु 1 पर स्थापित तल चिन्ह की उच्चता	= **200·000** मी०
बिन्दु 1 पर पश्च दृष्टि	0·865 (+)
उपकरण ऊँचाई (H.I.)	= 200·865
बिन्दु 2 पर अग्र दृष्टि	0·325 (–)
बिन्दु 2 का समानीत तल (R.L.)	**200·540**

(ii) उपकरण स्थापना 2–3—

बिन्दु 2 पर पश्च दृष्टि	1·355 (+)
उपकरण ऊँचाई (H.I.)	= 201·895
बिन्दु 3 पर अग्र दृष्टि	0·795 (–)
बिन्दु 3 का समानीत तल (R.L.)	**201·00**

(iii) उपकरण स्थापना 3–4—

बिन्दु 3 पर पश्च दृष्टि	0·985 (+)
उपकरण ऊँचाई (H.I)	= 202·085
बिन्दु 4 पर अग्र दृष्टि	1·380 (–)
बिन्दु 4 का समानीत तल (R.L.)	**200·705**

(iv) उपकरण स्थापना 4–5—

बिन्दु 4 पर पश्च दृष्टि	0·475 (+)
उपकरण ऊँचाई (H.I)	= 201·180
बिन्दु 5 पर अग्र दृष्टि	1·955 (–)
बिन्दु 5 का समानीत तल (R.L.)	**199·225**

(v) उपकरण स्थापना 5–6—

बिन्दु 5 पर पश्च दृष्टि	0·665 (+)
उपकरण ऊँचाई (H.I)	= 199·890
बिन्दु 6 मर अग्र दृष्टि	0·580 (–)
बिन्दु 6 का समानीत तल (R.L.)	**199·310**

उपरोक्त समानीत तल (*R.L.*) तालिका 4.2 में भरे गये हैं और इनकी गणितीय जाँच भी की गयी है।

हल :

तालिका 4.2–उपकरण-ऊँचाई विधि (H.I. Method)

(उदाहरण 4.3)

स्टेशन	दूरी (मी०)	दिक्मान		गज पठन			उपकरण ऊँचाई (H.I.)	समानीत तल (R.L.)	टिप्पणी
		अग्र	पश्च	पश्च (B.S.)	मध्य (I.S.)	अग्र (F.S.)			
1	—	240°		0·865		—	**200·865**	**200·00**	B.M. 1
2	30			1·355		0·325	**201·895**	**200·540**	C.P.
3	60			0·985		0·795	**202·085**	**201·100**	C.P.
4	90			0·475		1·380	**201·180**	**200·705**	C.P.
5	120			0·665		1·955	**199·890**	**199·225**	C.P.
6	150		60°	—		0·580	—	**199·310**	B.M. 2
	योग			**4·345**		**5·035**			

जाँच—$\Sigma B.S. - \Sigma F.S. =$ अन्तिम $R.L.$—प्रथम $R.L.$

$$(4{\cdot}345 - 5{\cdot}035) = (199{\cdot}310 - 200{\cdot}00)$$

$$-0{\cdot}690 = -0{\cdot}690$$

अतः उपरोक्त गणनायें सही हैं।

टिप्पणी—मोटे अंकों वाली प्रविष्टियाँ गणना के आधार पर भरी गयी हैं।

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

4.31-2. चढ़ाव-उतार विधि (Rise and Fall Method)—इस विधि में उपकरण-ऊँचाई (*H.I.*) ज्ञात नहीं की जाती है, बल्कि लेवल स्थापना के दो क्रमगत स्टेशनों पर लिये गये गज-पाठ्यांकों का अन्तर (उचान अथवा निचान) निकालकर पिछले स्टेशन के ज्ञात समानीत तल (*R.L.*) में जोड़ (अथवा घटा) दिया जाता है और इस प्रकार अगले स्टेशन का समानीत तल ज्ञात कर लिया जाता है।

चढ़ाव-उतार विधि, उपकरण-ऊँचाई विधि से इसलिये बेहतर है कि इसमें मध्यवर्ती स्टेशनों के समानीत तलों (*R.L.*) की शुद्धता की जाँच हो जाती है, परन्तु तालिका भरने तथा गणनायें करने में अधिक समय लगता है।

चढ़ाव-उतार विधि की तालिका नीचे दी गयी है। यह उपकरण-ऊँचाई विधि से थोड़ा भिन्न है। अन्त में समानीत तलों की शुद्धता की गणितीय जांच की जाती है।

तालिका 4.3—चढ़ाव-उतार विधि (Rise and Fall Method)

(लेवल पंजी पृष्ठ)

स्टेशन संख्या	जरीबी दूरी (Distance)	दिक्मान (Bearing)		गज पठन (Staff Readings)			चढ़ाव (Rise)	उतार (Fall)	समानीत तल	टिप्पणी (Remarks)
		अग्र Fore	पश्च Back	पश्च दृष्टि *B.S.*	मध्य दृष्टि *I.S.*	अग्र दृष्टि *F.S.*	(+)	(–)	(*R.L.*)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

गणितीय जाँच— चढ़ाव-उतार विधि में समानीत तलों की जाँच निम्न तीन प्रकार से की जाती है—

$\Sigma B.S. - \Sigma F.S. = \Sigma \text{Rise} - \Sigma \text{Fall} =$ अन्तिम $R.L. -$ प्रथम $R.L.$ ...(4.3)

अर्थात् कुल पश्च दृष्टि व कुल अग्र दृष्टि का अन्तर

= कुल चढ़ाव व कुल उतार का अन्तर

= अन्तिम तथा प्रथम स्टेशनों के समानीत तलों का अन्तर।

उदाहरण 4.4 : उदाहरण 4.3 में दिये गये गज-पाठ्यांकों के लिये चढ़ाव-उतार (Rise and Fall) विधि द्वारा समानीत तलों (*R.L.*) की गणना कीजिये और लेवल-पंजी का पृष्ठ भरिये। कार्य की आवश्यक जाँच भी लगायें।

हल : समानीत तलों (R.L.) की गणना—

(i) बिन्दु 1 के तल-चिन्ह की उच्चता = **200·000** मी०

बिन्दु 1-2 का तल अन्तर 0·865 – 0·325 (Rise) = 0·540 (+)

(ii) बिन्दु 2 का समानीत तल— = **200·540**

बिन्दु 2-3 का तल अन्तर 1·355 – 0·795 (Rise) = 0·560 (+)

(iii) बिन्दु 3 का समानीत तल— = **201·100**

बिन्दु 3-4 का तल-अन्तर 0·985 – 1·380 (Fall) = 0·395 (–)

(iv) बिन्दु 4 का समानीत तल— = **200·705**

बिन्दु 4-5 का तल अन्तर 0·475 – 1·955 (Fall) = 1·480 (–)

(v) बिन्दु 5 का समानीत तल— = **199·225**

बिन्दु 5-6 का तल अन्तर 0·665 – 0·580 (Rise) = 0·085 (+)

(vi) बिन्दु 6 का समानीत तल— = **199·310**

उपरोक्त आँकड़े तालिका 4.4 में भरे गये हैं तथा गणितीय जाँच भी की गयी है।

तालिका 4.4—चढ़ाव-उतार विधि (Rise and Fall Method)

(उदाहरण 4.4)

स्टेशन	दूरी (मी०)	दिक्मान		गज पठन			चढ़ाव (Rise)	उतार (Fall)	समानीत तल (R.L.)	टिप्पणी
		अग्र	पश्च	पश्च	मध्य	अग्र				
1	—	240°		0·865		—	—	—	**200·00**	**B. M. 1**
2	30			1·355		0·325	**0·540**	—	**200·540**	**C. P.**
3	60			0·985		0·795	**0·560**	—	**201·100**	**C. P.**
4	90			0·475		1·380	—	**0·395**	**200·705**	**C. P.**
5	120			0·665		1·955	—	**1·480**	**199·225**	**C. P.**
6	150		60°	—		0·580	**0·085**	—	**199·310**	**B. M. 2**
	योग			**4·345**		**5·035**	**1·185**	**1·875**		

गणितीय जाँच—

$[\Sigma B.S. - \Sigma F.S.] = [\Sigma \text{Rise} - \Sigma \text{Fall}] =$ [अन्तिम $R.L. -$ प्रथम $R.L.$]

4·345	1·185	199·310
(–) 5·035	(–) 1·875	(–) 200·000
(–) 0·690	(–) 0·690	= (–) 0·690

अतः उपरोक्त सभी गणनायें सही हैं।

संकेत : भ्रम निवारण के लिए याद रखें। **(FORE बड़ा तो FALL)**

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET

This is the subtitle of PDF, Use long text here.

§ 4.32. उपकरण-ऊँचाई (H.I.) तथा चढ़ाव-उतार (R-F) विधियों की तुलना

दोनों विधियों की तुलना निम्न है—

उपकरण-ऊँचाई विधि (H.I. Method)	चढ़ाव-उतार विधि (Rise and Fall Method)
(1) **विधि**—यह एक सरल विधि है। गणनायें कम करनी पड़ती हैं और शीघ्र हो जाती है।	(1) यह कुछ कठिन विधि है। समानीत तलों की गणनायें करने में अधिक समय लगता है।
(2) **समानीत तल**—उपकरण-ऊँचाई विधि में मध्यवर्ती समानीत तलों की शुद्धता की जाँच नहीं हो सकती है।	(2) चढ़ाव-उतार विधि में मध्यवर्ती समानीत तलों के सही होने की जाँच हो सकती है।
(3) **जाँच नियम**–गणितीय जाँच की दो विधियाँ हैं, अर्थात्—$(\Sigma B.S. - \Sigma F.S.) =$ (अन्तिम $R.L.$ – प्रथम $R.L.$)	(3) गणितीय जाँच की तीन विधियाँ हैं, अर्थात्—$(\Sigma B.S. - \Sigma F.S.)$ $= (\Sigma \text{ Rise} - \Sigma \text{ Fall})$ = (अन्तिम $R.L.$ – प्रथम $R.L.$)
(4) **स्तम्भ**—लेवल पंजी में उपकरण ऊँचाई के लिये एक ही स्तम्भ (कालम) बनाना पड़ता है।	(4) चढ़ाव तथा उतार के लिये पंजी में अलग-अलग स्तम्भ खींचे जाते हैं। इस प्रकार कार्य बढ़ जाता है।
(5) **गणितीय कार्य**—उपकरण ऊँचाई विधि में कम गणनायें करनी पड़ती हैं। इससे समय व श्रम की बचत होती है।	(5) चढ़ाव-उतार विधि में गणनायें कुछ अधिक करनी पड़ती हैं। एक स्टेशन के समानीत तल की गणना में हुयी त्रुटि अगले स्टेशनों को भी प्रभावित करती है।
(6) **उपयोग**—यह तलेक्षण विधि सड़कों, रेलमार्गों, नहरों के अनुदैर्ध्य तथा अनुप्रस्थ काटों के लिये उत्तम रहती है।	(6) यह तलेक्षण विधि मिट्टी कार्य की गणनाओं के लिये अपनायी जाती है।

उदाहरण 4.5 : एक डम्पी लेवल द्वारा निम्न क्रमागत पाठ्यांक लिये गये– 1·895, 1·500, 1·865, 2·570, 2·990, 2·020, 2·410, 2·520, 2·960। लेवल की स्थिति क्रमशः चौथे, छठे तथा नवें पाठ्यांक के बाद बदली गयी। प्रथम स्टेशन का समानीत तल 30·500 मी० है। लेवल पंजी का पृष्ठ बना कर उक्त सभी पाठ्यांकों को सारणीबद्ध कीजिये। समान्तरण विधि (Collimation Method) का प्रयोग करते हुये स्टेशनों का समानीत तल (*R.L.*) ज्ञात कीजिये तथा आवश्यक जाँच भी लगायें। *(B.T.E.)*

हल : प्रश्नानुसार 2·570 (चौथा), 2·020 (छटा), 2·960 (नवाँ) पाठ्यांक अग्र दृष्टि के हैं। अतः 1·895 (पहला), 2·990 (पाँचवाँ) 2·410 (सातवाँ) पाठ्यांक पश्च दृष्टि के होंगे। अन्य शेष मध्य दृष्टि पाठ्यांक हैं। पाठ्यांकों को तालिका के रूप में भरने पर—

तालिका 4.5 (उदाहरण 4.5)

स्टेशन	गज पठन			उपकरण ऊँचाई (*H.I.*)	समानीत तल (*R.L.*)	टिप्पणी
	पश्च	मध्य	अग्र			
1	1·895			32·395	30·500	यह R.L. दिया है
2		1·500		,,	30·895	
3		1·865		,,	30·530	
4	2·990		2·570	32·815	29·825	
5	2·410		2·020	33·205	30·795	
6		2·520		,,	30·685	
7			2·960	33·360	30·245	अन्तिम स्टेशन
योग	7·295		7·550			

गणितीय जाँच– $\Sigma B.S. - \Sigma F.S. =$ [अन्तिम $R.L.$ – प्रथम $R.L.$]

$$(7 \cdot 295 - 7 \cdot 550) = (30 \cdot 245 - 30 \cdot 500)$$

$$-0 \cdot 255 = -0 \cdot 255$$

अतः उपरोक्त गणनायें सही हैं।

उदाहरण 4.6 : एक तलेक्षण उपकरण व 3 मी० लम्बे (इन्वार) गज से एक अनवरत ढालू जमीन पर 20 मी० के अन्तराल पर निम्न पाठ्यांक लिये गये– 0·602, 1·234 1·860, 2·574, 0·238, 0·914, 1·936, 2·872, 0·586, 1·824, तथा 2·722 पहले बिन्दु का समानीत तल (*R.L.*) 192·122 मी० है। तलेक्षण पंजी का एक पृष्ठ बनाइये और इन पाठ्यांकों को दर्ज कीजिये। बिन्दुओं के समानीत तल की गणना कीजिये और प्रथम तथा अन्तिम बिन्दुओं को मिलाने वाली रेखा की ढाल ज्ञात कीजिये। *(B.T.E.)*

हल : प्रश्न को देखने से स्पष्ट हो जाता है कि गज की लम्बाई 3 मीटर है और जमीन लगातार ढालू है। अतः 3 मी० से अधिक पाठ्यांक इस गज से नहीं पढ़ा गया है। इसलिये चौथे, आठवें तथा ग्यारवें पाठ्यांक अग्र दृष्टि के हैं। पहला, पाँचवाँ, नौवाँ पाठ्यांक पश्च दृष्टि के हैं। शेष मध्यवर्ती पाठ्यांक हैं। पाठ्यांकों को तालिका के रूप में भरने पर—

तालिका–4.6 (उदाहरण 4.6)

स्टेशन	दूरी (मी०)	गज पठन			उपकरण ऊँचाई (*H.I.*)	समानीत तल (*R.L.*)	टिप्पणी
		पश्च	मध्य	अग्र			
1	0	0·602			**192·724**	192·122	*B.M.*
2	20		1·234		,,	**191·490**	
3	40		1·860		,,	**190·864**	
4	60	0·238		2·574	**190·388**	**190·150**	*C.P.* 1.
5	80		0·914		,,	**189·744**	
6	100		1·936		,,	**188·452**	
7	120	0·568		2·872	**188·084**	**187·516**	*C.P.* 2.
8	140		1·824		,,	**186·260**	
9	160			2·722	,,	**185·362**	*B.M.*
	योग	**1·408**		**8·168**			

गणितीय जाँच—$(\Sigma B.S. - \Sigma F.S.) =$ (अन्तिम $R.L.$ – प्रथम $R.L.$)

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

$(1{\cdot}408 - 8{\cdot}168) = (185{\cdot}362 - 192{\cdot}122)$

$-6{\cdot}760$ मी० $= -6{\cdot}760$ मी०

अत: उपरोक्त सभी गणनायें सही हैं।

गणनायें—

स्टेशन 1 का समानीत तल $= 192{\cdot}122$ मी०

स्टेशन 1 पर पश्च दृष्टि $= 0{\cdot}602$

उपकरण ऊँचाई $= 192{\cdot}122 + 0{\cdot}602 = 192{\cdot}724$

स्टेशन 2 का समानीत तल $= 192{\cdot}724 - 1{\cdot}234 = 191{\cdot}490$

स्टेशन 3 का समानीत तल $= 192{\cdot}724 - 1{\cdot}860 = 190{\cdot}864$

स्टेशन 4 का समानीत तल $= 192{\cdot}724 - 2{\cdot}574 = 190{\cdot}150$

स्टेशन 4 पर पश्च दृष्टि $= 0{\cdot}238$

उपकरण ऊँचाई $= 190{\cdot}150 + 0{\cdot}238 = 190{\cdot}388$

स्टेशन 5 का समानीत तल $= 190{\cdot}388 - 1{\cdot}914 = 189{\cdot}744$

स्टेशन 6 का समानीत तल $= 190{\cdot}388 - 1{\cdot}936 = 188{\cdot}452$

स्टेशन 7 का समानीत तल $= 190{\cdot}388 - 2{\cdot}872 = 187{\cdot}516$

स्टेशन 7 पर पश्च दृष्टि $= 0{\cdot}568$

उपकरण ऊँचाई $= 187{\cdot}516 + 0{\cdot}568 = 188{\cdot}084$

स्टेशन 8 का समानीत तल $= 188{\cdot}084 - 1{\cdot}824 = 186{\cdot}260$

स्टेशन 9 का समानीत तल $= 188{\cdot}084 - 2{\cdot}722 = 185{\cdot}362$

ढाल—प्रथम तथा अन्तिम स्टेशन बिन्दुओं के समानीत तलों का अन्तर

$= 192{\cdot}122 - 185{\cdot}362$

$= 6{\cdot}760$ मी०

स्टेशनों की दूरी $= 160$ मी०

$\therefore$ ढाल $= \dfrac{160}{6{\cdot}76} = 23{\cdot}67$

अत: **1 in 23·67** की ढाल होगी। उत्तर

उदाहरण 4.7 : एक लेवल द्वारा क्रमिकता से लिये गये गज-पाठ्यांक निम्नलिखित हैं। लेवल को तीसरे, छठे और आठवें पाठ्यांक के बाद स्थानान्तरित किया गया है- 2·230, 1·605, 0·990, 2·090, 2·865, 1·260, 0·600, 1·980, 1·045, 2·685 मी० उक्त पाठ्यांकों को एक तलेक्षण पंजी में दर्ज करें। यदि प्रथम पाठ्यांक, गज को 100·000 मी० तल चिन्ह (B.M.) पर रखकर लिया गया है, तो शेष बिन्दुओं के समानीत तल (R.L.) ज्ञात करें। *(B.T.E.)*

हल : प्रश्न के अनुसार लेवल को तीसरे, छठे और आठवें गज-पठन के बाद स्थानान्तरित किया गया, अर्थात् यह पाठ्यांक उन स्टेशन बिन्दुओं के अग्र दृष्टि होंगे। अत: सभी गज-पाठ्यांकों को (तलेक्षण पंजी में) तालिका 4.7 के अनुसार दर्ज किया जायेगा।

तालिका 4.7 (उदाहरण 4.7)

स्टेशन	गज पठन			चढ़ाव (Rise)	उतार (Fall)	समानीत तल (R.L.)	टिप्पणी
	पश्च	मध्य	अग्र				
1	2·230			—	—	100·00	B.M.
2		1·605		**0·625**		**100·625**	
3	2·090		0·990	**0·615**		**101·240**	C.P. 1
4		2·865			**0·775**	**100·465**	
5	0·600		1·260	**1·605**		**102·070**	C.P. 2
6	1·045		1·980		**1·380**	**100·690**	C.P. 3
7			2·685		**1·640**	**99·050**	B.M.
योग	**5·965**		**6·915**	**2·845**	**3·795**		

गणितीय जाँच :

$(\Sigma B.S. - \Sigma F.S.) = (\Sigma \text{ Rise} - \Sigma \text{ Fall}) =$ (अन्तिम R.L. – प्रथम R.L.)

5·965	2·845	99·050
6·915	3·795	100·000
(–) 0·950	(–) 0·950	(–) 0·950

अत: गणनायें सही हैं।

गणनायें—Rise को (+ ve) तथा Fall को (– ve) लेते हुये—

स्टेशन 1 का समानीत तल $= 100{\cdot}000$

स्टेशन 1–2 का अन्तर $= 2{\cdot}230 - 1{\cdot}605 = 0{\cdot}625\,(+)$

स्टेशन 2 का समानीत तल $= \mathbf{100{\cdot}625}$

स्टेशन 2–3 का अन्तर $= 1{\cdot}605 - 0{\cdot}990 = 0{\cdot}615\,(+)$

स्टेशन 3 का समानीत तल $= \mathbf{101{\cdot}240}$

स्टेशन 3–4 का अन्तर $= 2{\cdot}090 - 2{\cdot}865 = 0{\cdot}775\,(-)$

स्टेशन 4 का समानीत तल $= \mathbf{100{\cdot}465}$

स्टेशन 4–5 का अन्तर $= 2{\cdot}865 - 1{\cdot}260 = 1{\cdot}605\,(+)$

स्टेशन 5 का समानीत तल $= \mathbf{102{\cdot}070}$

स्टेशन 5–6 का अन्तर $= 0{\cdot}600 - 1{\cdot}980 = 1{\cdot}380\,(-)$

स्टेशन 6 का समानीत तल $= \mathbf{100{\cdot}690}$

स्टेशन 6–7 का अन्तर $= 1{\cdot}045 - 2{\cdot}685 = 1{\cdot}640\,(-)$

स्टेशन 7 का समानीत तल $= \mathbf{99{\cdot}050}$ मी०

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

उदाहरण 4.8 : एक तलेक्षण कार्य के अन्तर्गत निम्न तल-माप लिये गये। इन्हें तलेक्षण पंजी (Level Field-Book) के पृष्ठ पर भरें।

(i) **आर०सी०सी० छज्जा की तली का तल चिह्न (B.M.) = 263·900 मी०**

(ii) **तल चिन्ह (B.M.) पर उल्टे रखे गज पर पाठ्यांक = 2·245 मी०**

(iii) **जमीन पर गाड़ी खूँटी पर रखे गज का पाठ्यांक = 1·130 मी०**

(iv) **उसी खूँटी पर पश्चावलोकन (B.S.) = 1·260 मी०**

(v) **कार्निस की निचली तली पर उल्टे रखे गज पर पाठ्यांक = 3·225 मी०**

कार्निस की निचली तली (सतह) का समानीत तल (R.L.) ज्ञात कीजिए। अपने कार्य की गणितीय जांच भी लगाये।

हल : छज्जे का समानीत तल (B.M.) = 263·900 (मी०)

प्रथम स्थापना पर उपकरण ऊँचाई = 263·900 + (–) 2·245

= 261·655 (गज उल्टा रखा है)

अत: खूँटी का R.L. = 261·655 – 1·130

= 260·525

द्वितीय स्थापना पर उपकरण ऊँचाई = 260·525 + 1·260

= 261·785

∴ कार्निस की तली का R.L. = 261·785 + 3·225 (गज उल्टा रखा है)

= **265·010 मी०** उत्तर

तालिका 4.8 तलेक्षण पंजी (Level Field Book)

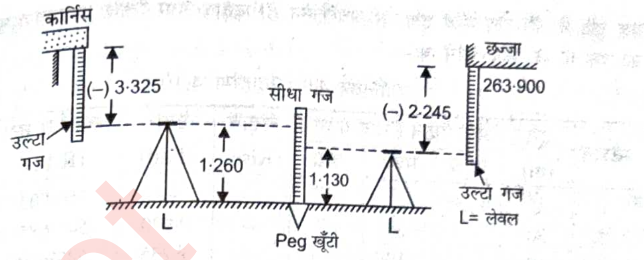
स्टेशन	गज पठन			उपकरण ऊँचाई (H.I.)	समानीत तल (R.L.)	टिप्पणी
	पश्च	मध्य	अग्र			
1.	(–) 2·245			261·655	**263·900**	छज्जे का RL (गज उल्टा रखा हे, अत: (–) चिन्ह लगेगा
2.	1·260		1·130	261·785	**260·525**	खूँटी का RL
3.			(–) 3·225		**265·010**	कार्निस का RL (गज उल्टा रखा है, अत: (–) चिन्ह रहेगा
योग	(–) 0·985		(–) 2·095			(चित्र 4.29 देखें)

गणितीय जांच—$\Sigma B.S. - \Sigma F.S.$ = अन्तिम $R.L.$ – प्रथम RL

(–) 0·985 – (–) 2·095 = 265·010 – 263·900

(+) 1·110 = + 1·110

अत: गणनायें सही हैं। **उत्तर**



चित्र 4.29

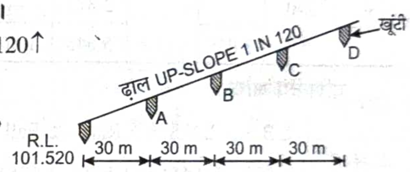
उदाहरण 4.9 : एक तल-चिन्ह (B.M.) जिसका समानीत तल (R.L.) 101·520 है, से एक रेखा 1 IN 120 की ऊपरी ढाल (up-grade) पर डालनी है। इसके लिये रेखा के पथ पर *A, B, C* व *D*, चार खूँटियाँ, 30 मी० अन्तराल पर गाड़ी जानी हैं। खूँटियों के शीर्ष तल निर्धारित कीजिये।

हल : प्रस्तावित रेखा की ढाल = 1 in 120↑

30 मी० दूरी में ढाल का मान

$= \frac{1}{120} \times 30 = 0 \cdot 250$ मी०

तल चिन्ह का समानीत तल (R.L.) = 101·520 मी०



चित्र 4.30

∴ खूँटी *A* का R.L. = 101·520 + 0·250 = **101·770** मी०

खूँटी *B* का R.L. = 101·700 + 0·250 = **102·020** मी०

खूँटी *C* का R.L. = 102·020 + 0·250 = **102·270** मी०

खूँटी *D* का R.L. = 102·270 + 0·250 = **102·520** मी० **उत्तर**

उदाहरण 4.10 : एक डम्पी लेवल द्वारा क्रमागत लिये गये अवलोकन निम्नलिखित हैं। लेवल उपकरण को चौथे व आठवें अवलोकन के बाद स्थानान्तरित किया गया। 0·735, 1·655, 2·890, 3·015, 0·655, 0·625, 0·955, 0·255, 1·635, 0·860, 2·375.

(a) उक्त अवलोकनों को एक तलेक्षण पंजी में दर्ज करें तथा सभी बिन्दुओं के समानीत तल (*R.L.*) ज्ञात करें। प्रथम अवलोकन तलेक्षण गज को 550·605 मी० के तल चिन्ह पर रख कर लिया गया है।

(b) यदि स्टेशनों के मध्य दूरी 30 मी० हो, तो प्रस्तावित सड़क संरेखन के सभी स्टेशनों पर खूँटियों के शीर्ष तल ज्ञात करें और सड़क भराव/कटान की गणना करें। प्रस्तावित सड़क प्रारम्भिक स्टेशन से 1 IN 100 की उतरती ढाल (Down Slope) पर बनायी जानी है और प्रथम संरेखन खूँटी का समानीत तल 551·000 ज्खा गया है।

हल : प्रश्न के अनुसार चौथे व आठवें अवलोकन के बाद लेवल को स्थानान्तरित किया गया अर्थात् यह अवलोकन उन स्टेशन बिन्दुओं की अग्र दृष्टि है। पहला, छटा व नौवां अवलोकन

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

पश्च दृष्टि के हैं। शेष मध्य दृष्टि के अवलोकन हैं। चढ़ाव/उतार विधि अपनाते हुये अवलोकनों को सारणी के रूप भरने पर—

तालिका 4.9 (उदाहरण 4.10)

स्टेशन	दूरी (m)	अवलोकन (गज पठन)			चढ़ाव (Rise)	उतार (Fall)	समानीत तल (R.L.)	टिप्पणी
		पश्च	मध्य	अग्र				
1	0	0·735			—	—	550·605	
2	30		1·655		—	0·920	549·685	
3	60		2·890		—	1·235	548·450	
4	90	0·655		3·015	—	0·125	548·325	
5	120		0·625		0·030	—	548·355	
6	150		0·955		—	0·330	548·025	
7	180	1·635		0·225	0·700	—	548·725	
8	210		0·860		0·775	—	549·500	
9	240			2·375	—	1·515	547·985	
	योग	3·025		5·645	1·505	4·125		

गणितीय जाँच :

$$\Sigma \text{B.S.} - \Sigma \text{F.S.} = \Sigma \text{Rise} - \Sigma \text{Fall} = (\text{अन्तिम R.L.} - \text{प्रथम R.L.})$$

$$(3{\cdot}025 - 5{\cdot}645) = (1{\cdot}505 - 4{\cdot}125) = (547{\cdot}985 - 550{\cdot}605)$$

$$(-2{\cdot}620) = (-2{\cdot}620) = (-2{\cdot}620)$$

अत: उपरोक्त सभी गणनायें सही हैं।

(b) चूँकि स्टेशनों की दूरी 30 मी० है, अत: 1 N100 की उतरती ढाल देने पर प्रत्येक स्टेशन पर सड़क तल अपने पिछले सड़क तल से $\frac{1}{100} \times 30 = 0{\cdot}300$ मी० नीचा होगा। प्रत्येक स्टेशन पर संरेखन खूँटी का शीर्ष-तल तथा भराव/कटान का मान तालिका 4.10 में दिये गये हैं।

तालिका 4.10

स्टेशन	भूमि का समानीत तल	खूँटी का शीर्ष तल	भराव (मी०)	कटाव (मी०)	टिप्पणी
1	550·605	551·000	0·395	—	भराव अथवा कटाव = खूँटी का **R.L.** − भूमि का **R.L.**
2	549·685	550·700	1·015	—	
3	548·450	550·400	1·950	—	
4	548·325	550·100	1·775	—	
5	548·355	549·800	1·445	—	
6	548·025	549·500	1·475	—	
7	548·725	549·200	0·475	—	
8	549·500	548·900	—	0·600	
9	547·985	548·600	0·615	—	

§ 4.33. लुप्त पाठ्यांकों व समानीत तलों को ज्ञात करना (Finding out Lost Readings and Levels) :

नीचे कुछ उदाहरण ऐसे दिये गये हैं, जो लेवल पंजी के पृष्ठ हैं, परन्तु उनकी कुछ प्रविष्टियाँ किसी कारण से मिट गयीं है। विद्यार्थियों से यह अपेक्षा की जाती है कि वे इन लुप्त अंकों को ज्ञात करें।

लुप्त पाठ्यांकों तथा समानीत तलों को ज्ञात करने की कोई सीधी-सरल विधि नहीं है। ऐसे प्रश्नों में किसी एक ज्ञात पाठ्यांक अथवा समानीत तल से आगे अथवा पीछे की तरफ बढ़ते हुये गणनायें करनी होती हैं। अभ्यास से ही यह भान हो सकता है कि कहाँ से किस ओर बढ़ना है। गणनायें करते समय ''**फोर बड़ा तो फाल**'' की युक्ति याद रखें। कार्य के अन्त में गणितीय जाँच लगाकर, गणनाओं के सही होने का प्रमाण देख लें।

(4.1) लुप्त पाठ्यांकों सम्बन्धी उदाहरण

उदाहरण 4.11 : एक तलेक्षण पंजी के निम्न पृष्ठ के कुछ पाठ्यांक मिट गये हैं। उनकी गणना करके पृष्ठ को पूर्ण करें। *(B.T.E.)*

तालिका 4.11 (उदाहरण 4.11)

स्टेशन	गज पाठ्यांक			उपकरण ऊँचाई	समानीत तल	टिप्पणी
	पश्च	मध्य	अग्र			
1	0·585		—	×	100·00	**B. M. 1**
2	1·855		2·955	×	×	**C. P. 1**
3		1·265		—	×	
4		2·925		—	×	
5	2·350		0·350	×	×	**C. P. 2**
6		2·855		—	×	
7	2·685		1·655	×	×	**C. P. 3**
8	—		2·435	—	×	**B. M. 2**

BM = Bench Mark, *CP* = Change point, × लुप्त पाठ्यांक (जिन्हें ज्ञात करना है)।

हल : स्टेशन 1 का समानीत तल = 100·00 मी०

स्टेशन 1 पर पश्च दृष्टि = 0·585 (+)

उपकरण ऊँचाई = 100·585

स्टेशन 2 पर अग्र दृष्टि = 2·955 (−)

स्टेशन 2 का समानीत तल = 97·630

स्टेशन 2 पर पश्च दृष्टि = 1·855 (+)

उपकरण ऊँचाई = 99·485

स्टेशन 3 पर मध्य दृष्टि = 1·265 (−)

स्टेशन 3 का समानीत तल = 98·220

स्टेशन 4 पर मध्य दृष्टि = 2·925

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

स्टेशन 4 का समानीत तल $= 99 \cdot 485 - 2 \cdot 925 = 96 \cdot 560$
स्टेशन 5 पर अग्र दृष्टि $= 0 \cdot 350$
स्टेशन 5 का समानीत तल $= 99 \cdot 485 - 0 \cdot 350 = 99 \cdot 135$
स्टेशन 5 पर पश्च दृष्टि $= 2 \cdot 350\ (+)$
उपकरण ऊँचाई $= 101 \cdot 485$

स्टेशन 6 पर मध्य दृष्टि $= 2 \cdot 855\ (-)$
स्टेशन 6 का समानीत तल $= 98 \cdot 630$
स्टेशन 7 पर अग्र दृष्टि $= 10 \cdot 485 - 1 \cdot 655 = 1 \cdot 665$
स्टेशन 7 पर पश्च दृष्टि $= 2 \cdot 685\ (+)$
उपकरण ऊँचाई $= 101 \cdot 515$

स्टेशन 8 पर अग्र दृष्टि $= 2 \cdot 435\ (-)$
स्टेशन 8 का समानीत तल $= 100 \cdot 080$ मी०

उपरोक्तों पाठ्यांकों को तालिका 4.12 में दिया गया है और गणितीय जाँच भी लगायी गयी है।

तालिका 4.12 (उदाहरण 4.11)

स्टेशन	गज पठन			H. I.	R. L.	टिप्पणी
	B.S.	I.S.	F.S.			
1	0·585		—	100·585	100·00	B.M. 1
2	1·855		2·955	99·485	97·630	C.P. 1
3		1·265		,,	98·220	
4		2·925		,,	96·560	
5	2·350		0·350	101·485	99·135	C.P. 2
6		2·855		,,	98·630	
7	2·685		1·655	102·515	99·830	C.P. 3
8	—		2·435	,,	100·080	B.M. 2
योग	7·475		7·395			

गणितीय जाँच : Σ B.S. $-$ Σ F.S. = अन्तिम R.L. $-$ प्रथम R.L.

$(7 \cdot 475 - 7 \cdot 395) = (100 \cdot 080 - 100 \cdot 00)$

$= 0 \cdot 080$ m $=$ $0 \cdot 080$ m

अत: उपरोक्त सभी गणनायें सही हैं।

उदाहरण 4.12 : नीचे दिये गये लेवल-पंजी पृष्ठ की लुप्त संख्याओं की गणना कीजिये तथा कार्य की गणितीय जाँच भी करें।

(B.T.E.)

तालिका 4.13

स्टेशन	गज पठन			चढ़ाव Rise	उतार Fall	समानीत तल R. L.	टिप्पणी
	B. S.	I. S.	F. S.				
1	1·855					×	× = लुप्त संख्या। सभी मान मी० में।
2		×			0·165	×	
3	1·430		2·600		×	312·235	
4		0·160		×		×	
5		×			×	309·890	
6	×		1·985	×		×	
7		0·990		1·085		×	
8			×	×		313·050	

हल : प्रश्न के अनुसार स्टेशन 2, स्टेशन 1 से 0·165 m नीचा है।

$\therefore$ स्टेशन 2 पर मध्य दृष्टि $= 1 \cdot 855 + 0 \cdot 165 = 2 \cdot 020$ m

स्टेशन 2–3 का अन्तर $= 2 \cdot 020 - 2 \cdot 600 = -0 \cdot 580$ m (Fall)

स्टेशन 3–4 का अन्तर $= 1 \cdot 430 - 0 \cdot 160 = +1 \cdot 270$ m (Rise)

स्टेशन 2, स्टेशन 3 से 0·580 m ऊँचा है। अत: स्टेशन 2 का

R. L. $= 312 \cdot 235 + 0 \cdot 580 = 312 \cdot 815$

स्टेशन 1, स्टेशन 2 से 0·165 m ऊँचा है। अत: स्टेशन 1 का

R. L. $= 312 \cdot 815 + 0 \cdot 165 = 312 \cdot 980$

स्टेशन 4, स्टेशन 3 से 1·270 m ऊँचा है। अत: स्टेशन 4 का

R. L. $= 312 \cdot 235 + 1 \cdot 270 = 313 \cdot 505$

स्टेशन 4 व स्टेशन 5 का अन्तर $= 313 \cdot 505 - 309 \cdot 890 = 3 \cdot 615$ m
स्टेशन 5 पर मध्य दृष्टि $= 0 \cdot 160 + 3 \cdot 615 = 3 \cdot 775$ m
स्टेशन 5-6 का अन्तर $= 3 \cdot 775 - 1 \cdot 985 = 1 \cdot 790$ (Rise)
स्टेशन 6 का R.L. $= 309 \cdot 890 + 1 \cdot 790 = 311 \cdot 680$
स्टेशन 7 का R.L. $= 311 \cdot 680 + 1 \cdot 085 = 312 \cdot 765$
स्टेशन 7-8 का अन्तर $= 312 \cdot 765 - 313 \cdot 050 = -0 \cdot 285$ m (Rise)
स्टेशन 8 पर अग्र दृष्टि $= 0 \cdot 990 - 0 \cdot 285 = 0 \cdot 705$ m
स्टेशन 6 पर पश्च दृष्टि $= 0 \cdot 990 + 1 \cdot 085 = 2 \cdot 075$ m

लुप्त संख्याओं को तालिका 4.14 में दर्शाया गया है। मोटे अंक गणनाओं के आधार पर भरे गये हैं।

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

तालिका 4.14 (उदाहरण 4.12)

स्टेशन	B.S.	I.S.	F.S.	Rise	Fall	R.L.	टिप्पणी
1	1·855			—	—	**312·980**	
2		**2·020**		—	0·165	**312·815**	
3	1·430		2·600	—	**0·580**	312·235	
4		0·160		**1·270**	—	**313·505**	
5		**3·775**		—	**3·615**	309·890	
6	**2·075**		1·985	**1·790**	—	**311·680**	
7		0·990		1·085	—	**312·765**	
8			**0·705**	**0·285**	—	313·050	
योग	5·360		5·290	4·430	4·360		

गणितीय जाँच :

$(\Sigma$ B.S. $- \Sigma$ F.S.$) = (\Sigma$ Rise $- \Sigma$ Fall$) =$ (प्रथम R.L. – प्रथम R.L.)

$(5{\cdot}360 - 5{\cdot}290) = (4{\cdot}430 - 4{\cdot}360) = (313{\cdot}050 - 312{\cdot}980)$

$0{\cdot}070 \quad = \quad 0{\cdot}070 \quad = \quad 0{\cdot}070$

अत: उपरोक्त गणनायें सही हैं।

उदाहरण 4.13 : नीचे एक तलेक्षण पंजी का पृष्ठ दिया गया है, जिसके कुछ पाठ्यांक किसी कारण मिट गये हैं। लुप्त पाठ्यांकों की पूर्ति कीजिये। सामान्य जाँच भी लगायें। *(B.T.E.)*

तालिका 4.15 (उदाहरण 4.13)

स्टेशन	गज पठन			चढ़ाव	उतार	समानीत तल	टिप्पणी
	पश्च	मध्य	अग्र	(Rise)	(Fall)	(R.L.)	
1	2·150			—	—	450·00	B.M.1
2	1·645		?	0·500	—	?	
3		2·345		—	?	?	
4	?		1·965	?	—	?	
5	2·050		1·825	—	0·400	?	
6		?		?	—	451·730	B.M. 2 गज उल्टा लगा है।
7	(-)1·690		?	(-)0·120	—	?	
8	?		2·100	—	?	?	
9			?	?	—	449·100	B.M.3
योग	8·445		?	?	?		

हल : (संकेत तथा उत्तर)—

स्टेशन 2—अग्र $2{\cdot}150 - 0{\cdot}500 = 1{\cdot}650$, R.L. 450·500
स्टेशन 3—उतार $2{\cdot}345 - 1{\cdot}645 = 0{\cdot}700$ R.L. 449·800
स्टेशन 4—पश्च 1·425 चढ़ाव 0·380 R.L. 450·180
स्टेशन 5— R.L. 449·780
स्टेशन 6—मध्य 0·100 चढ़ाव 1·950

स्टेशन 7—अग्र 0·220 R.L. 451·610
स्टेशन 8—पश्च 2·865 उतार 3·790 R.L. 447·820
स्टेशन 9—अग्र 1·585 चढ़ाव 1·280

पश्च दृष्टि का योग 8·445 मी० प्रश्न में दे रखा है। अत: स्टेशन 8 की पश्च दृष्टि ज्ञात कर लें। इसके संदर्भ में स्टेशन 9 की अग्र दृष्टि निकाल लें, $2{\cdot}865 - 1{\cdot}280 = 1{\cdot}585$ m

गणितीय जाँच :

$(\Sigma$ B.S. $- \Sigma$ F.S.$) = (\Sigma$ Rise $- \Sigma$ Fall$) =$ (अन्तिम R.L. – प्रथम R.L.)

$(8{\cdot}445 - 9{\cdot}345) = (3{\cdot}990 - 4{\cdot}890) = (449{\cdot}100 - 450{\cdot}00)$

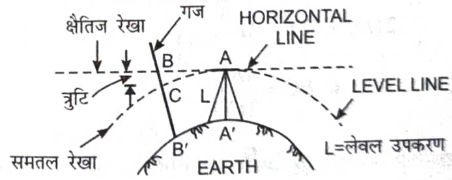
$(-0{\cdot}90) \quad = \quad (-0{\cdot}90) \quad = \quad (-0{\cdot}90)$

अत: उपरोक्त गणनायें सही हैं।

§ 4.34. भूवक्रता तथा अपवर्तन और इनके गज-पठन पर प्रभाव (Curvature and Refraction and their Effects on Staff Readings) :

लेवल कार्य में गज-पठन पर भूमि की वक्रता (Curvature) तथा प्रकाश की किरणों के विभिन्न घनत्व के माध्यम से आने के कारण (Refraction), मिला-जुला प्रभाव पड़ता है। वक्रता के कारण वस्तुयें वास्तविकता से नीची तथा अपवर्तन के कारण वास्तविकता से ऊपर नजर पड़ती हैं। विस्तृत चर्चा भिन्न है।

4.31-1. भूवक्रता (Curvature)—जैसा हम इस अध्याय के प्रारम्भ में बता चुके हैं कि लेवल उपकरण से जो दृष्टि रेखा (Line of Sight) निकलती है, वह एक क्षैतिज रेखा (Horizontal Line) होती है, जबकि समतल रेखा (लेवल रेखा) (Level Line) पृथ्वी की वक्रता के अनुरूप सदा वक्र में होती है (लेवल लाइन पृथ्वी के केन्द्र से समान दूरी पर होती है, जबकि क्षैतिज रेखा, ऊर्ध्व रेखा के लम्ब होती है)। इस प्रकार इन दोनों रेखाओं का उद्गम बिन्दु एक होते हुये भी, जैसे-जैसे यह रेखायें आगे बढ़ती जाती हैं, दानों एक-दूसरे से ऊर्ध्व तल में दूर हटती जाती हैं (चित्र 4.31)।



चित्र 4.31—भूवक्रता के कारण त्रुटि

इस प्रकार दृष्टि रेखा (या क्षैतिज रेखा) पर नापा गया कोई बिन्दु, भूमि की सामान्य सतह से समान दूरी (ऊँचाई) पर नहीं होगा। अत: किसी बिन्दु पर, क्षैतिज रेखा तथा समतल रेखा का अन्तर, **भूवक्रता का प्रभाव** कहलाता है।

भूवक्रता के कारण गज पाठ्यांक **अधिक** पढ़ा जाता है। दूसरे शब्दों में उस बिन्दु का समानीत तल, वास्तविक तल से नीचा ज्ञात होता है। चित्र 4.31 के अनुसार बिन्दु *B'* पर गज पठन *CB'* होना चाहिये था परन्तु भूवक्रता के कारण गज *BB'* पठन दर्शाता है अर्थात् *BC* ऊँचाई अधिक ले ली गयी है, जो भूवक्रता के कारण त्रुटि कहलाती है। इस त्रुटि का संशोधन ऋणात्मक (-ve) है जो गज पठन से घटाया जाता है।

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

जब लेवल यन्त्र और गज में दूरी कम होती है, तो क्षैतिज रेखा और समतल रेखा में इतना अन्तर नहीं होने पाता है, जो गज पाठ्यांक को प्रभावित कर सके, परन्तु जब यह दूरी अधिक रखी जाती है, तो गज-पाठ्यांकों का भूवक्रता के लिये संशोधन करना आवश्यक हो जाता है।

पश्च दृष्टि (B.S.) तथा अग्र दृष्टि (F.S.) के लिये बराबर दूरी रखकर, भूवक्रता के प्रभाव से बचा जा सकता है (अनुच्छेद 4.35)।

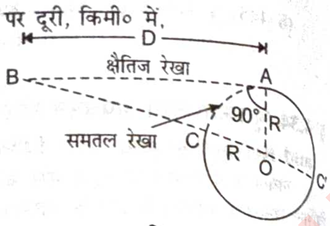
भूवक्रता की गणना—

चित्र 4.32 के अनुसार—

D = लेवल और गज में दृष्टि रेखा तल पर दूरी, किमी॰ में,

BC = भूवक्रता के कारण गज पठन में त्रुटि, किमी॰ में,

R = भूमि के गोले की त्रिज्या, किमी॰ में,



चित्र 4.32

ज्यामितीय नियम से—

$BO^2 = AB^2 + AO^2$

$(\because \angle BAO = 90°)$

परन्तु $BO = BC + CO$

$\therefore (BC + CO)^2 = AB^2 + AO^2$

$BC^2 + CO^2 + 2(BC \times CO) = AB^2 + AO^2$

परन्तु $CO = AO = R$

$\therefore BC^2 + 2(BC \times CO) = AB^2$

पृथ्वी के व्यास को देखते हुये, BC का मान बहुत कम होता है और BC^2 तो और भी कम हो जायेगा। इसलिये BC^2 को गणना में छोड़ दिया जाता है—

$$2(BC \times CO) = AB^2$$

अथवा $$BC = \frac{AB^2}{2CO}$$

और $$BC = \frac{D^2}{2R}$$

पृथ्वी का व्यास 12735 किमी॰ लेने पर (Hayford के अनुसार),

$$BC = \frac{D^2}{12735} \text{ किमी॰} \quad (\text{यहाँ } 2R = 12735 \text{ किमी॰ है})$$

अथवा $$BC = \frac{D^2 \times 1000}{12735}$$

$$= 0{\cdot}0785\, D^2, \text{ मीटर में} \quad \ldots(4.4)$$

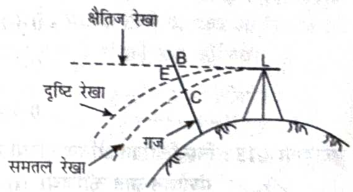
अतः भूवक्रता के कारण त्रुटि $0{\cdot}0785\, D^2$ मी॰ होगी, जिसे गज पाठ्यांक से घटाया जाता है।

$\therefore$ सत्य गज पठन = प्रेक्षिक गज पठन $- 0{\cdot}0785\, D^2$ ...(4.5)

यहाँ D का मान किमी॰ में तथा अन्य मान मीटर में हैं।

4.34-2. अपवर्तन (Refraction)—अपवर्तन के सिद्धान्त के अनुसार जब प्रकाश-किरणें विभिन्न घनत्व (Densities) की परतों में पारित होती हैं तो यह सीधी न रहकर, घने माध्यम (Denser Medium) की ओर झुक जाती हैं। चूँकि वायु की परतें भूमि सतह की तरफ अधिक घनी होती जाती हैं, अतः प्रकाश किरणें (या दृष्टि रेखा) क्षैतिज न रहकर, पृथ्वी की सतह की ओर झुक जाती हैं।

अपवर्तन के कारण गज पर सत्य पाठ्यांक के स्थान पर **कम** पाठ्यांक पढ़ा जाता है। अपवर्तन की त्रुटि, भूवक्रता के **विपरीत** दिशा में होती है। **भूवक्रता के कारण, जहाँ वास्तविक से अधिक पठन होता है, वहाँ अपवर्तन के कारण** वास्तविक से कम पठन आता है। चित्र 4.33 के अनुसार गज पठन (+) BC भूवक्रता का तथा (−) BE अपवर्तन का प्रभाव है और शुद्ध (Net) प्रभाव।



चित्र 4.33—भूवक्रता तथा अपवर्तन का सम्मिलित प्रभाव

$BC - BE = EC$ होगा।

अतः परिशुद्ध तलेक्षण में दोनों के सम्मिलित प्रभाव पर विचार करके, पाठ्यांक को संशोधित किया जाता है।

अपवर्तन की गणना—अपवर्तन के कारण त्रुटि का मान भूवक्रता के मान का $\frac{1}{7}$ भाग लिया जाता है, परन्तु यह त्रुटि विपरीत दिशा में होती है।

$\therefore$ अपवर्तन के कारण त्रुटि $= \frac{1}{7}\left[0{\cdot}0785\, D^2\right]$

$= 0{\cdot}0112\, D^2$ मी॰ में ...(4.6)

उपरोक्त में D किमी॰ में लिया जाता है।

4.34-3. भूवक्रता तथा अपवर्तन का सम्मिलित प्रभाव—भूवक्रता के कारण गज-पठन बढ़ता है जबकि अपवर्तन के कारण घटता है। अतः दोनों का सम्मिलित प्रभाव—

$$= 0{\cdot}0785\, D^2 - 0{\cdot}0112\, D^2$$

$$= 0{\cdot}0673\, D^2 \text{ मी॰} \quad \ldots(4.7)$$

यहाँ D किमी॰ में है।

$\therefore$ सत्य गज पाठ्यांक = प्रेक्षित पाठ्यांक $- 0{\cdot}0673\, D^2$ मी॰ ...(4.8)

कम दूरी के लिये उपरोक्त संशोधन का मान बहुत ही कम आता है। 200 मी॰ की दूरी पर यह केवल 0·003 मी॰ ही बनता है, जबकि सामान्य तलेक्षण गज पर न्यूनतम पठन (Least Count) 0·005 मी॰ होता है।

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

अत: 200 मी० से कम दूरी के लिये भूवक्रता व अपवर्तन के प्रभाव को छोड़ दिया जाता है।

(4.2) भूवक्रता और अपवर्तन सम्बन्धी उदाहरण

उदाहरण 4.14 : निम्नलिखित क्षैतिज दूरियों के लिये भूवक्रता का संशोधन कीजिये।
(i) 500 मी० (ii) 3 किमी०

हल : भूवक्रता के लिये संशोधन, $C = 0{\cdot}0785\, D^2$ मी० (सूत्र)
जहाँ D दूरी किलोमीटर में है

(i) $C = 0{\cdot}0785\,(0{\cdot}50)^2$

$= \mathbf{0{\cdot}0196}$ **मी०** उत्तर

(ii) $C = 0{\cdot}0785 \times (3)^2$

$= \mathbf{0{\cdot}7065}$ **मी०** उत्तर

उदाहरण 4.15 : निम्नलिखित क्षैतिज दूरियों के लिये भूवक्रता तथा अपवर्तन का सम्मिलित संशोधन ज्ञात कीजिये। (i) 800 मी० (ii) 5 किमी०

हल : भूवक्रता तथा अपवर्तन के लिये सम्मिलित संशोधन, $C = 0{\cdot}0673\, D^2$ मी० ...(सूत्र)
जहाँ D दूरी किमी० में है

(i) $C = 0{\cdot}0673\,(0{\cdot}8)^2$

$= \mathbf{0{\cdot}043}$ **मी०** उत्तर

(ii) $C = 0{\cdot}0673\,(5)^2$

$= \mathbf{1{\cdot}683}$ **मी०** उत्तर

उदाहरण 4.16 : A तथा B, दो स्टेशनों के मध्य बिन्दु O पर लेवल उपकरण सैट किया गया। बिन्दु O से स्टेशन A, 200 मी० की दूरी पर और स्टेशन B, 300 मी० की दूरी पर है। यदि स्टेशन A पर गजपठन 2·625 मी० तथा स्टेशन B पर गजपठन 1·375 मी० हो, तो A तथा B के मध्य भूवक्रता तथा अपवर्तन का संशोधन करते हुये, शुद्ध अन्तर ज्ञात करें।

हल : भूवक्रता तथा अपवर्तन के लिये संयुक्त संशोधन

$= 0{\cdot}0673\, D^2$, मी०, जहाँ D किमी० में है। (सूत्र)

(i) 200 मी० दूरी के लिये संयुक्त संशोधन—
$C_1 = 0{\cdot}0673\,(0{\cdot}2)^2$ (यह मान गजपठन से घटाया जायेगा)
$= 0{\cdot}00269$ मी०

(ii) 300 मी० दूरी के लिये संयुक्त संशोधन—
$C_2 = 0{\cdot}0673\,(0{\cdot}3)^2$ (यह मान गजपठन से घटाया जायेगा)
$= 0{\cdot}00606$ मी०

A पर संशोधित गज पाठ्यांक $= 0{\cdot}625 - 0{\cdot}00269$
$= 2{\cdot}6231$ मी०

B पर संशोधित गज पाठ्यांक $= 1{\cdot}375 - 0{\cdot}00606$
$= 1{\cdot}36894$ मी०

स्टेशन A तथा B का शुद्ध अन्तर,
$= 2{\cdot}62231 - 1{\cdot}36894$
$= 1{\cdot}25337$

Say 1·253 मी० (चढ़ाव A से B तक) **उत्तर**

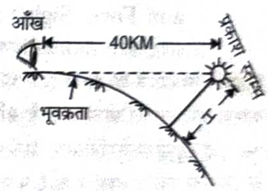
उदाहरण 4.17 : समुद्र तल पर स्थित एक स्टेशन से एक प्रकाश स्तम्भ (Light House) का शिखर ठीक क्षैतिज पर दीखता है, जबकि दोनों के मध्य 40 किमी० की दूरी है। प्रकाश स्तम्भ की समुद्री तल से ऊँचाई ज्ञात कीजिये।

हल : प्रकाश स्तम्भ की ऊँचाई भूवक्रता तथा अपवर्तन के कारण आँख की क्षैतिज रेखा पर दीखती है। यदि प्रकाश स्तम्भ की ऊँचाई H मी० हो

तब, $H = 0{\cdot}0673\, D^2$ मी०
यहाँ D किमी० में है

$\therefore\ H = 0{\cdot}0673\,(40)^2$

$= 107{\cdot}68$ मी०



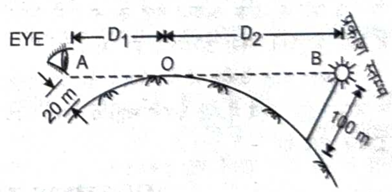
चित्र 4.34

अत: प्रकाश स्तम्भ की ऊँचाई समुद्र तल से **107·68 मी०** है। **उत्तर**

उदाहरण 4.18 : एक प्रेक्षक जहाज के डैक पर खड़ा होकर, समुद्र-तल से 100 मी० की ऊँचाई वाले प्रकाश स्तम्भ से आने वाली रोशनी को क्षैतिज के पास देखता है। प्रेक्षक की आँख की ऊँचाई, समुद्र तल से 20 मी० ऊपर है। प्रकार स्तम्भ से जहाज की दूरी ज्ञात कीजिये। (B.T.E.)

हल : माना बिन्दु A पर प्रेक्षक की आँख है और बिन्दु B, 100 मी० ऊँचे प्रकाश स्तम्भ का शिखर है।

A तथा B के मध्य दृष्टि रेखा क्षैतिज है, जो पानी की सतह के बिन्दु O पर स्पर्शज्या है।



चित्र 4.35

A से O तथा O से B तक की दूरी का योग, प्रेक्षक और प्रकाश स्तम्भ के मध्य दूरी होगी। भूवक्रता तथा अपवर्तन का संयुक्त प्रभाव लेते हुये—

(i) AO की दूरी के लिये, $H_1 = 0{\cdot}0673\, D_1^2$

ज्ञात मान रखने पर, $20 = 0{\cdot}073\,(D_1)^2$

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

$$\therefore \quad D_1 = \sqrt{\left(\frac{20}{0 \cdot 0673}\right)} = 17 \cdot 239 \text{ किमी०}$$

(ii) OA की दूरी के लिये, $H_2 = 0 \cdot 0673\ (D_2)^2$

ज्ञात मान रखने पर, $100 = 0 \cdot 0673\ (D_2)^2$

$$\therefore \quad D_2 = \sqrt{\left(\frac{100}{0 \cdot 0673}\right)} = 38 \cdot 547 \text{ किमी०}$$

अत: कुल दूरी $= D_1 + D_2$

$= 17 \cdot 239 + 38 \cdot 547$

$=$ **55·786 किमी०** उत्तर

§ 4.35. पश्च दृष्टि व अग्र दृष्टि का सन्तुलन (Balancing of Back Sight and Fore Sight) :

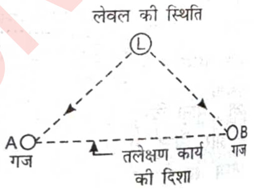
तलेक्षण कार्य में संधान रेखा (Line of Collimation) के झुके रहने पर, पाणसल बुलबुले के अपने घर में न रहने पर तथा भूवक्रता (Curvature) व अपवर्तन (Refraction) के कारण त्रुटि उत्पन्न हो सकती है और गज पाठ्यांक दोष पूर्ण प्राप्त होते हैं।

इन त्रुटियों के निवारण के लिये लेवल का समायोजन करके संधान रेखा को पाणसल-अक्ष के समान्तर किया जाता है और भूवक्रता व अपवर्तन के लिये पाठ्यांकों में संशोधन किया जाता है। परन्तु प्रत्येक पाठ्यांक को संशोधित करने में दिक्कत आती है और समय लगता है।

अत: यदि लेवल उपकरण को दो स्टेशनों के मध्य सैट करते समय पश्च दृष्टि व अग्र दृष्टि की दूरियाँ **लगभग बराबर** रखी जायें, तो उपरोक्त त्रुटियों का स्वयम् ही निरास हो जाता है। इसे **पश्च दृष्टि व अग्र दृष्टि का सन्तुलन** कहते हैं।

ढालू भूमि दृष्टि पर सन्तुलन—ढालू जमीन पर लेवल को दो स्टेशनों के ठीक मध्य में रखना कई बार कठिन पड़ता है, क्योंकि ऐसा करने पर दृष्टि रेखा किसी एक स्टेशन पर रखे गज के ऊपर अथवा पाद के नीचे से निकल सकती है और पाठ्यांक लेना असम्भव हो जाता है।

अत: ढालू जमीन में तलेक्षण रेखा पर लेवल स्थापित न करके, इसे पार्श्व में सैट करना चाहिये, जैसा चित्र 4.36 में दर्शाया गया है।



चित्र 4.36

(III) तलेक्षण का वर्गीकरण (CLASSIFICATION OF SPIRIT LEVELLING)

§ 4.36. वर्गीकरण :

कार्य की प्रकार के अनुसार स्पिरिट (पाणसल) तलेक्षण निम्न प्रकार का होता है—

(1) साधारण तलेक्षण (Simple Levelling)
(2) बहुरोपन या विभेदी तलेक्षण (Differential Levelling)

(3) अन्योन्य तलेक्षण (Reciprocal Levelling)
(4) उड़न या आशु तलेक्षण (Fly Levelling)
(5) अनुदैर्ध्य तलेक्षण (Longitudinal or Profile Levelling)
(6) अनुप्रस्थ तलेक्षण (Cross Levelling or Cross Sectioning)
(7) जाँच तलेक्षण (Check Levelling)
(8) परिशुद्ध तलेक्षण (Precise Levelling)
(9) त्रिकोणमितीय तलेक्षण (Trigonometrical Levelling)

विस्तृत वर्णन निम्न है—

§ 4.37. साधारण तलेक्षण (Simple Levelling) :

जब कम दूरी पर स्थित दो बिन्दुओं (Stations) का तल-अन्तर लेवल यन्त्र की एकल स्थापना से ज्ञात किया जाता है, इसे **साधारण तलेक्षण** कहते हैं। इस तलेक्षण में यह आवश्यक नहीं हैं कि लेवल-यन्त्र को दोनों बिन्दुओं की सीध-रेखा पर स्थापित किया जाये। (साधारण तलेक्षण के लिए अनुच्छेद 4.30 देखें)।

§ 4.38. बहुरोपण या विभेदी तलेक्षण (Differential Levelling) :

जब दो स्टेशनों के मध्य दूरी बहुत अधिक होती है और लेवल की एकल स्थापना (Single Setting) से दोनों स्टेशनों पर गज-पठन असम्भव हो, तब बहुरोपन (विभेदी) तलेक्षण अपनाया जाता हैं। इस कार्य में लेवल दोनों स्टेशनों की सीध लेते हुये, एक से अधिक जगहों पर सैट करना पड़ता हैं। यह साधारण तलेक्षण का वृहत् रूप है, जो अनेक परिवर्तन बिन्दुओं (T.P.) पर गज पठन करके अन्तिम स्टेशन तक ले जाया जाता है। दो परिवर्तन बिन्दुओं के मध्य स्थित बिन्दुओं पर भी मध्यावलोकन (I.S.) किया जाता है।

बहुरोपण तलेक्षण अनुच्छेद 4.30 में स्पष्ट किया गया है।

§ 4.39. अन्योन्य तलेक्षण या दोहरा तलेक्षण (Reciprocal Levelling or Double Levelling) :

जब ऐसे दो स्टेशन-बिन्दु, जिनके मध्य किसी बाधा के कारण लेवल यन्त्र स्थापित नहीं किया जा सके, तो उनका शुद्धता से तल-अन्तर ज्ञात करने के लिये अन्योन्य या दोहरा तलेक्षण किया जाता है। अधिक चौड़ी नदियों अथवा तंग-गहरी घाटियों के आर-पार तलेक्षण कार्य बढ़ाने के लिये अन्योन्य विधि अपनायी जाती है।

अन्योन्य तलेक्षण में लेवल की दो स्थापना करके (एक बाधा के इस किनारे पर तथा दूसरी, दूसरे किनारे पर), दोनों किनारों पर अलग-अलग गज-पठन किया जाता है और प्रेक्षित तल-अन्तर ज्ञात किया जाता है। अब दोनों तल-अन्तर का **औसत** ज्ञात किया जाता है, जो दोनों बिन्दुओं का शुद्ध अन्तर होता है।

अन्योन्य तलेक्षण का उपयोग लेवल उपकरणों के स्थायी समंजन में भी किया जाता है। इस तलेक्षण से, संधान रेखा (Collimation Line) के क्षैतिज न होने, भूवक्रता, अपवर्तन आदि के कारण उत्पन्न त्रुटियों का, स्वत: ही निरास हो जाता है।

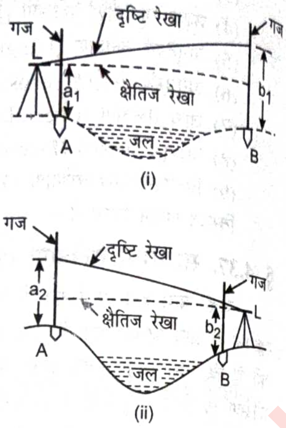
प्रक्रिया—मान लो A तथा B किसी नदी या बाधा के किनारों पर स्थित दो बिन्दु हैं, जिनका तलान्तर ज्ञात करना है।

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(i) पहले लेवल को बिन्दु A के अति निकट सैट करें और बिन्दु A तथा B पर गज-पठन करें। माना यह पाठ्यांक क्रमशः a_1 व b_1 हैं।

स्पष्टीकरण—लेवल क्योंकि बिन्दु A पर गज से सटा कर सैट किया गया है, अतः इस पर पाठ्यांक उल्टी तरफ से अर्थात् लक्ष्य काँच से नेत्रिका को देखते हुये पढ़ें अथवा स्टेशन-बिन्दु की लक्ष्य कांच के मध्य तक ऊँचाई गज या फीते से नाप लें।

यहाँ यह भी स्पष्ट समझ लें कि बिन्दु A पर गज को लेवल से सटा कर पाठ्यांक लेने से अक्ष रेखा, भूवक्रता, अपवर्तन आदि के कारण उत्पन्न सभी त्रुटियाँ शून्य हो जाती हैं (यह त्रटियाँ गज-दूरी के अनुपात में बढ़ती हैं)।



चित्र 4.37—अन्योन्य तलेक्षण (Reciprocal Levelling)

(ii) अब लेवल को दूसरे किनारे पर ले जाकर बिन्दु B पर सैट करें और बिन्दु A व B पर पुनः गज-पठन करें। माना यह पाठ्यांक a_2 व b_2 हैं (बिन्दु B पर पाठ्यांक गज को लेवल से सटा कर, ऊपर बताये गये तरीके से लें)।

(iii) माना बिन्दु B, बिन्दु A से नीचा है अर्थात् $b_1 > a_1$ और $b_2 > a_2$ है और अक्ष रेखा, भूवक्रता व अपवर्तन के कारण कुल त्रुटि e है जो दूर वाले गज-पठन से घटायी जायेगी। अतः लेवल की प्रथम स्थापना के अनुसार दोनों स्टेशनों में तलान्तर;

$$d = (b_1 - e) - a_1 \quad \text{...(i)}$$

लेवल की दूसरी स्थापना के अनुसार तल अन्तर;

$$d = b_2 - (a_2 - e) \quad \text{...(ii)}$$

(i) व (ii) का जोड़ करने पर (e को समाप्त करने के लिये)—

$$2d = [(b_1 - e) - a_1] + [b_2 - (a_2 - e)]$$
$$= b_1 - e - a_1 + b_2 - a_2 + e$$
$$= (b_1 - a_1) + (b_2 - a_2)$$
$$\therefore \quad d = \frac{(b_1 - a_1) + (b_2 - a_2)}{2} \quad \text{...(4.9)}$$

यहाँ d = बिन्दु A तथा B में शुद्ध तलान्तर

a_1 व b_1 प्रथम स्टेशन से प्रेक्षित पाठ्यांक

a_2 व b_2 दूसरे स्टेशन से प्रक्षित पाठ्यांक

$\therefore$ $(b_1 - a_1)$ को d_1 तथा $(b_2 - a_2)$ को d_2 रखने पर,

$$d = \frac{d_1 + d_2}{2} \quad \text{...(4.10)}$$

4.3 अन्योन्य तलेक्षण सम्बन्धी उदाहरण

उदाहरण 4.19 : अन्योन्य तलेक्षण (Reciprocal Levelling) द्वारा निम्नलिखित अवलोकन प्राप्त हुये—

लेवल का स्थिति	A पर गज पठन	B पर गज पठन
A के पास	1·875 m	1·475 m
B के पास	1·605 m	0·705 m

यदि बिन्दु A का समानीत तल 150·850 मी० हो तो बिन्दु B के समानीत तल की गणना कीजिये। *(B.T.E.)*

हल : (i) स्टेशन A पर लेवल सैट करने पर, दोनों स्टेशनों का प्रेक्षित (Observed) तलान्तर,

$$d_1 = 1{\cdot}875 - 1{\cdot}475$$
$$= 0{\cdot}400 \text{ m}$$

(ii) स्टेशन B पर लेवल रखने पर, दोनों स्टेशनों का प्रेक्षित तलान्तर,

$$d_2 = 1{\cdot}605 - 0{\cdot}705$$
$$= 0{\cdot}900 \text{ m}$$

स्टेशन A तथा B में शुद्ध तलान्तर,

$$d = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{0{\cdot}400 + 0{\cdot}900}{2}$$
$$= 0{\cdot}650 \text{ m}$$

क्योंकि स्टेशन A पर लिये गये गज पठन अधिक हैं, अतः स्टेशन A, स्टेशन B से नीचा है (फोर बड़ा तो फाल)।

स्टेशन A का समानीत तल (R.L.) = 150·850

स्टेशन B का समानीत तल = 150·850 + 0·650

= **151·500 मी०** **उत्तर**

उदाहरण 4.20 : डम्पी लेवल द्वारा एक बहती नदी के किनारों पर स्थित बिन्दु A तथा B पर निम्नलिखित अन्योन्य प्रेक्षण लिये गये—

लेवल की स्थिति	गज की स्थिति तथा गज पठन मी० में	
	बिन्दु A पर	बिन्दु B पर
A	1·655	1·870
B	1·560	1·825

(i) यदि A का समानीत तल (R.L.) 320·650 m हो तो B का समानीत तल की गणना करें।

(ii) संधान त्रुटि (Collimation Error) ज्ञात कीजिये, यदि स्टेशनों की दूरी 100 मी० हो। *(B.T.E.)*

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

हल : (i) उपकरण A पर—

बिन्दु A और B का प्रेक्षित (Observed) तलान्तर,

$$d_1 = 1{\cdot}870 - 1{\cdot}655$$
$$= 0{\cdot}215 \text{ m}$$

(ii) उपकरण B पर—

A और B का प्रेक्षित तलान्तर,

$$d_2 = 1{\cdot}825 - 1{\cdot}560$$
$$= 0{\cdot}265 \text{ m}$$

A और B में शुद्ध तलान्तर, $d = \dfrac{d_1 + d_2}{2}$

$$= \frac{0{\cdot}215 + 0{\cdot}265}{2} = 0{\cdot}240 \text{ m}$$

प्रेक्षित मानों को देखने से पता चलता है कि स्टेशन B स्टेशन A से नीचा है (Fall from A to B)।

स्टेशन A का $R.L. = 320{\cdot}650$

स्टेशन B का $R.L. = 320{\cdot}650 - 0{\cdot}240$

$= \mathbf{320{\cdot}410}$ **उत्तर**

A पर शुद्ध गज पठन (लेवल को गज से सटा कर रखने पर) $= 1{\cdot}655$ m

$\therefore B$ का शुद्ध गज पठन (जो होना चाहिये) $= 1{\cdot}655 + 0{\cdot}240 = 1{\cdot}895$ m

परन्तु B पर प्रेक्षित गज पठन $= 1{\cdot}870$ m

यह प्रदर्शित करता है कि संधान रेखा (Collimatian Line) नीचे को झुक गयी है।

$\therefore$ संधान त्रुटि $= 1{\cdot}895 - 1{\cdot}870$

$= 0{\cdot}025$ मी० प्रति 100 मी० दूरी में **उत्तर**

उदाहरण 4.21 : एक नदी के विपरीत किनारों पर स्थित दो बिन्दु A तथा B में क्षैतिज दूरी 500 मी० है। दोनों बिन्दुओं पर निम्नलिखित अन्योन्य प्रेक्षण लिये गये हैं।

उपकरण की स्थिति	गज-पठन	
	A पर	B पर
A पर	1·435	2·315
B पर	1·130	1·410

संधान त्रुटि + 0·025 मी० प्रति 100 मीटर है। स्टेशनों के मध्य सही तलान्तरण की गणना कीजिये।

हल : (i) उपकरण को A पर रखने पर बिन्दुओं का प्रेक्षित तलान्तर

$$d_1 = 2{\cdot}315 - 1{\cdot}435 = 0{\cdot}880 \text{ m}$$

(ii) उपकरण को B पर रखने पर, बिन्दुओं का प्रेक्षित तलान्तर

$$d_2 = 1{\cdot}410 - 1{\cdot}130 = 0{\cdot}280 \text{ m}$$

$\therefore$ बिन्दुओं का सही तलान्तर, $= \dfrac{d_1 + d_2}{2}$

$$= \frac{0{\cdot}880 + 0{\cdot}280}{2}$$

$= \mathbf{0{\cdot}580}$ **m B नीचा है।** **उत्तर**

संधान त्रुटि $+0{\cdot}025$ m प्रति 100 m है। अतः 500 m में समान्तरण त्रुटि $= +0{\cdot}025 \times 5$ $= +0{\cdot}125$ m

B पर शुद्ध गज पठन, भूवक्रता व अपवर्तन पर विचार न करते हुये,

$2{\cdot}315 - 0{\cdot}125 = \mathbf{2{\cdot}190}$ **m** **उत्तर**

§ 4.40. उड़न तलेक्षण या आशु तलमापन (Fly Levelling) :

यह बहुरोपण तलेक्षण ही होता है, परन्तु इस तलेक्षण में स्टेशनों के मध्य सबसे छोटा मार्ग चयनित किया जाता है और दूरबीन की क्षमता को देखते हुये, दृष्टि दूरी अधिकतम तथा परिवर्तन बिन्दुओं की संख्या न्यूनतम रखी जाती है। उड़न तलेक्षण में परिवर्तन बिन्दुओं पर पश्च और अग्र अवलोकन लेते हुये तलेक्षण कार्य शीघ्रता से आगे बढ़ाया जाता है और सभी मध्य दृष्टि को छोड़ दिया जाता है।

उड़न तलेक्षण अधिकतर किसी स्थायी तल चिन्ह (B.M.) के सन्दर्भ में किसी अन्य स्टेशन-बिन्दु के समानीत तल (R.L.) की जाँच करने के लिये किया जाता है।

§ 4.41. अनुदैर्ध्य तलेक्षण (Longitudinal or Profile Levelling) :

किसी प्रस्तावित सड़क, नहर, रेलमार्ग, पाइप लाइन, सीवर लाइन आदि की नियत मध्य रेखा (Centre Line) पर पड़ने वाली भूमि का चढ़ाव/उतार जानने के लिये, जो बहुरोपण तलेक्षण किया जाता है, उसे अनुदैर्ध्य तलेक्षण कहते हैं।

नियत मध्य रेखा सीधी अथवा दिशा बदलती हुयी वक्र में भी हो सकती है। अनुदैर्ध्य तलेक्षण में मध्य रेखा पर स्थित बिन्दुओं की दूरी तथा उच्चता (R.L.) ज्ञात की जाती है।

अनुदैर्ध्य तलेक्षण के आधार पर प्रस्तावित इन्जीनियरी कार्य का अनुदैर्ध्य परिच्छेद (Longitudinal Section) बनाया जाता है, जो उसका लम्बाई की दिशा में चित्रण होता है। अनुदैर्ध्य परिच्छेद से इन्जीनियरों को प्रस्तावित निर्माण कार्य का तुलनात्मक अध्ययन करने तथा मृदा भ्रसव/कटाव कार्य का अनुमान लगाने में सहायता मिलती है।

अनुदैर्ध्य तलेक्षण को भूमि का पार्श्व चित्र तलेक्षण (Profile Levelling) भी कहते हैं।

4.41-1 तलेक्षण विधि (Procedure of Levelling)—

(i) तलेक्षण शुरू करने से पहले भूमि पर प्रस्तावित कार्य की मध्य रेखा को समान अन्तराल पर खूँटियाँ गाड़ कर चिन्हित कर लिया जाता है। खूँटियाँ 20 से 50 मी० की दूरी पर गाड़ी जाती हैं, वक्र पर इससे कम दूरी ली जाती है। यदि कोई उल्लेखनीय बिन्दु मार्ग पर पड़ता है, तो उस पर भी खूँटी गाड़ दी जाती है।

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(ii) तलेक्षण कार्य किसी ज्ञात स्थायी तल चिन्ह (B.M.) से शुरू करके अन्य तल-चिन्ह पर समाप्त किया जाता है। यदि प्रारम्भ बिन्दु स्थायी तल-चिन्ह नहीं है, तो निकट के किसी स्थायी तल-चिन्ह से वहाँ तक तलेक्षण रेखा दौड़ाई जाती है।

(iii) लेवल यन्त्र को मध्य रेखा पर अथवा इससे कुछ हटकर, पार्श्व में ऐसी जगह पर स्थापित किया जाता है, जहाँ से दृष्टि रेखा दूर तक दौड़ाई जा सके और अधिकतम खूँटियों पर गज रख कर पाठ्यांक लिये जा सकें। साधारण दूरबीन से 100 मी० दूरी तक पाठ्यांक स्पष्टता से पढ़े जा सकते हैं।

(iv) अब उपकरण को समायोजित करके दृष्टि रेखा दौड़ाई जाती है और गज-पठन किया जाता है। पश्च, मध्य तथा अग्र दृष्टियों को तलेक्षण पंजी में निर्धारित कॉलमों में सावधानी से दर्ज करना चाहिये। बिन्दुओं की क्षैतिज दूरी जरीब मापन अथवा स्टेडिया से ली जाती है।

(v) अब लेवल को अगली लम्बाई में ले जाकर नये स्थान पर सैट किया जाता है और परिवर्तन बिन्दु (C.P.) पर पश्च अवलोकन लेते हुये उपरोक्त की भाँति कार्य आगे बढ़ाया जाता है।

(vi) यदि मध्य रेखा का अन्तिम बिन्दु ज्ञात तल-चिन्ह (B.M.) नहीं है तो तलेक्षण कार्य को वहीं समाप्त न करते हुये, निकट के किसी ज्ञात तल-चिन्ह पर ही समाप्त करना चाहिये, अन्यथा कार्य के सही होने की जाँच नहीं हो पाती है।

(vii) मध्य रेखा पर पड़ने वाले सभी स्थलाकृतियों, जैसे—नदी, नाला, नहर, सड़क, रेल मार्ग, खाई, पगडण्डी, बाड़, टीला आदि के तल ध्यानपूर्वक प्रेक्षित करना चाहिये।

4.41-2. कार्य की जाँच (Check)—जब अनुदैर्ध्य तलेक्षण ज्ञात तल-चिन्ह से शुरू करके ज्ञात तल-चिन्ह पर समाप्त किया जाता है, तो सभी पश्च दृष्टि व अग्र दृष्टि का अन्तर, उपरोक्त तल चिन्हों के अन्तर के बराबर होना चाहिये।

यदि तलेक्षण कार्य ज्ञात तल चिन्ह पर समाप्त नहीं किया जाता है तो अन्तिम स्टेशन से प्रथम स्टेशन की ओर लौटते हुये, उड़न तलेक्षण (Fly Levelling) किया जाता है और समापन त्रुटि (Closing Error) ज्ञात की जाती है। यदि समापन त्रुटि, अनुज्ञेय त्रुटि से अधिक है तो पूर्ण कार्य रद्द करके, पुन: तलेक्षण किया जाता है।

4.41-3. अंकन (Plotting)—अनुदैर्ध्य तलेक्षण को एक ग्राफ शीट पर अंकित किया जाता है, जो मध्य रेखा का लम्बाई में चित्रण करता है। क्षेत्र से मापी गयी क्षैतिज दूरियों तथा उच्चताओं को पैमाने के अनुसार ग्राफ पर दर्शाया जाता है। स्पष्टता के लिये ऊर्ध्वाधर दूरी का पैमाना, क्षैतिज पैमाने से बड़ा माना जाता है (ऊर्ध्वाधर पैमाना 1 cm = 1 m से 2 m और क्षैतिज पैमाना 1 cm = 10 m से 20 m लिया जाता है)।

ग्राफ पर एक उचित मान की आधार रेखा (Datum Line) मान कर उस पर पैमाने के अनुसार स्टेशनों की क्षैतिज दूरी, क्षैतिज अक्ष पर नाप ली जाती है और उस पर लम्ब डाल कर ऊर्ध्वाधर दूरी, ऊर्ध्वाधर अक्ष पर नाप ली जाती है और इस प्रकार एक विशिष्ट बिन्दु ज्ञात कर लिया जाता है। इस प्रकार सभी स्टेशनों की उच्चता स्थिति, बिन्दुओं के रूप में ग्राफ पर लगा ली जाती है। अब इन सभी बिन्दुओं को एक सरल रेखा द्वारा मिला दिया जाता है। यह रेखा ही अनुदैर्ध्य परिच्छेद कहलाती है। इसे प्राकृतिक तल रेखा (Natural Surface Line—N.S.L.) भी कहते हैं।

भूमि के इस अनुदैर्ध्य परिच्छेद पर प्रस्तावित निर्माण की नियत मध्य रेखा, उसी पैमाने पर लगा ली जाती है। प्रस्तावित निर्माण की मध्य रेखा तथा प्राकृतिक तल रेखा (N.S.L.) को अलग-अलग रंगों में भी दिखाया जाता है।

उदाहरण 4.22 : एक प्रस्तावित सड़क की मध्य रेखा पर डम्पी लेवल से तलेक्षण करके समानीत तल (R.L.) ज्ञात किये गये और तलेक्षण पंजी में दर्ज किये गये (तालिका 4.16)। इस सड़क का उचित पैमाने पर अनुदैर्ध्य परिच्छेद बनाइये।

हल :

तालिका 4.16 (उदाहरण 4.22)

स्टेशन	दूरी	गज पठन B.S.	I.S.	F.S.	उपकरण ऊँचाई H.I.	समानीत तल R.L.	टिप्पणी
1	0	1·045			201·045	200·000	B.M.
2	30		1·875			199·170	
3	60		1·530			199·515	
4	90		1·315			199·730	
5	120		1·115			199·930	
6	150	2·205		2·645	200·605	198·400	C.P.1
7	180		1·930			198·675	
8	200		1·875			198·730	
9	230		1·610			198·995	
10	260		1·015			199·590	
11	290	1·860		1·135	201·330	199·470	C.P.2
12	320		1·495			199·835	
13	350		1·645			199·685	
14	380		2·210			199·120	
15	410		2·765			198·565	
16	450		2·305			199·025	
17	500			2·850		198·480	B.M.
	योग	5·110		6·630			

गणितीय जाँच—

$$(\Sigma B.S. - \Sigma F.S.) = \text{अन्तिम } R.L. - \text{प्रथम } R.L.$$

$$(5{\cdot}110 - 6{\cdot}630) = (198{\cdot}480) - (200{\cdot}00)$$

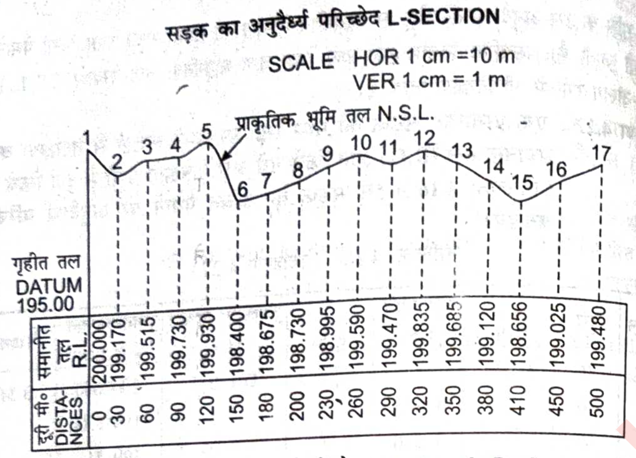
$$-1{\cdot}520 \text{ m} = -1{\cdot}520 \text{ m}$$

अत: उपरोक्त गणनायें सही हैं।

उपरोक्त समानीत तलों के आधार पर अंकित अनुदैर्ध्य परिच्छेद चित्र 4.38 में दर्शाया गया है।

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

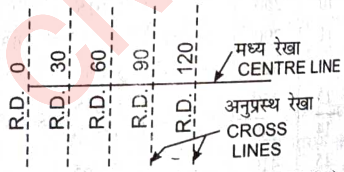


चित्र 4.38—सड़क का अनुदैर्ध्य परिच्छेद (L. Section of a Road)

§ 4.42. अनुप्रस्थ तलेक्षण (Cross Levelling or Cross Sectioning) :

प्रस्तावित निर्माण कार्य की नियत मध्य रेखा के दायें तथा बायें, दोनों तरफ भूमि की पर्याप्त चौड़ी पट्टी का चढ़ाव/उतार जानने के लिये अनुप्रस्थ तलेक्षण किया जाता है। इसे अनुप्रस्थ पार्श्विका (Cross Profile) भी कहते हैं। अनुप्रस्थ तलेक्षण द्वारा प्रस्तावित निर्माण कार्य के लिये मिट्टी खुदाई/भराई का एस्टीमेट लगाया जाता है। अनुप्रस्थ तलेक्षण, अनुदैर्ध्य तलेक्षण के साथ-साथ किया जाता है।

अनुप्रस्थ तलेक्षण में, अनुदैर्ध्य तलेक्षण के अन्तर्गत चिन्हित मध्य रेखा के 20 से 30 मी० के अन्तराल पर (जहाँ पहले ही खूँटी गाड़ रखी है), इसके दायें-बायें स्थित बिन्दुओं पर तल मापन किया जाता है। अनुप्रस्थ परिच्छेद की मध्य रेखा (Centre Line) से दोनों तरफ चौड़ाई, प्रस्तावित निर्माण कार्य की चौड़ाई अनुसार रखी जाती है। सड़क व छोटी नहरों के लिये यह चौड़ाई 30 मी० से 60 मी० और रेल मार्ग व बड़ी नहरों के लिये 60 से 300 मी० तक ली जाती है।



चित्र 4.39—अनुप्रस्थ तलेक्षण (Cross Levelling)

4.42-1. तलेक्षण विधि—अनुदैर्ध्य तलेक्षण के अन्तर्गत, कार्य की नियत मध्य रेखा पर गाड़ी गयी खूँटी से दायें-बायें, दोनों तरफ, समकोणक दिशा में, गुनिया यन्त्र (Cross Staff), प्रकाशीय वर्ग (Optical Square) अथवा थियोडोलाइट (Theodolite) से रेखा डाल कर, उस पर 5 से 10 मी० के अन्तराल पर गज खड़ा करके प्रेक्षण लिये जाते हैं। यदि कोई उल्लेखनीय बिन्दु इनके मध्य पड़ता है तो उस पर भी गज मापन किया जाता है।

प्राय: लेवल की सैटिंग जो अनुदैर्ध्य तलेक्षण के लिये की गई है, उसी से अनुप्रस्थ बिन्दुओं पर भी तल मापन कर लिया जाता है।

अनुप्रस्थ दिशा में ली गयी दूरियाँ तथा तल मापन उसी क्रम में लेवल पंजी में दर्ज करने चाहियें और बिन्दुओं की स्थिति (मध्य रेखा के दायें अथवा बायें— R or L) भी अवश्य लिख देनी चाहिये। मध्य रेखा पर, प्रथम स्टेशन से अन्तिम स्टेशन की तरफ बढ़ते हुये, जो अनुप्रस्थ बिन्दु दायें हाथ पड़ते हैं, वह दायें बिन्दु, और जो बायें हाथ पड़ते हैं, बायें बिन्दु कहलाते हैं। अनुप्रस्थ तलेक्षण कार्य दर्ज करने की विधि तालिका 4·17 में स्पष्ट की गयी है। अनुप्रस्थ तलेक्षण के आँकड़े लेवल पंजी के अलग पृष्ठ पर दर्ज करने चाहियें।

तालिका 4.17–बर्जी (R. D.) 30 पर अनुप्रस्थ तलेक्षण

(पट्टी की चौड़ाई = 60 मी०)

स्टेशन	दूरी	गज पठन			उपकरण ऊँचाई	समानीत तल	टिप्पणी
		पश्च	मध्य	अग्र	(H. I.)	(R. L.)	
A	0–C	1·875			201·045	199·170	0–C अनुदैर्ध्य काट, R.D. 30 पर लिया गया है।
1	10–R		1·345			199·700	
2	20–R		0·850			200·195	
3	30–R		0·205			200·840	
4	10–L		1·510			199·535	
5	20–L		1·805			199·240	
6	30–L		2·110			198·935	
B	1–C			1·530		199·515	R.D. 60
	योग	1·875		1·530			

गणितीय जाँच—

$$(\Sigma B.S. - \Sigma F.S.) = (\text{अन्तिम } R.L. - \text{प्रथम } R.L.)$$

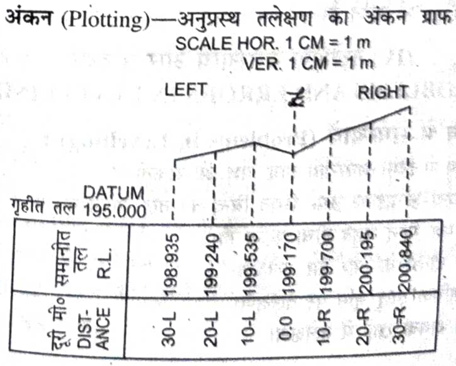
$$(1{\cdot}875 - 1{\cdot}530) = (199{\cdot}515 - 199{\cdot}170)$$

$$+0{\cdot}345 = +0{\cdot}345$$

अत: गणनायें सही हैं।

सुविधा को देखते हुये, अनुदैर्ध्य तलेक्षण पहले पूर्ण कर लिया जाता है और अनुप्रस्थ तलेक्षण इसके बाद किया जा सकता है। इस दशा में मध्य रेखा पर गाड़ी गयी खूँटियाँ तथा उनकी क्रम संख्या बनी रहनी चाहिये।

4.42-2. अंकन (Plotting)—अनुप्रस्थ तलेक्षण का अंकन ग्राफ शीट पर अनुदैर्ध्य



चित्र 4.40—R.D. 30 पर सड़क का अनुदैर्ध्य परिच्छेद (Cross Section)

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

तलेक्षण की भाँति किया जाता है, परन्तु आरेखन कार्य शीट के मध्य भाग को परिच्छेद की मध्य रेखा मान कर, इसके दायें-बायें किया जाता है। आरेखन के लिये क्षैतिज और ऊर्ध्वाधर पैमाना एक ही रखा जाता है।

अनुप्रस्थ परिच्छेद चित्र 4.40 में दर्शाया गया है।

§ 4.43. जाँच तलेक्षण (Check Levelling) :

यह तलेक्षण एक पारी (चरण) में पूर्ण किये गये कार्य की शुद्धता परखने के लिये किया जाता है। एक चरण में सम्पन्न किये गये तलेक्षण कार्य के अन्त पर, तलेक्षण अन्तिम स्टेशन से शुरू करके पुन: प्रथम स्टेशन तक लाया जाता है और इस प्रकार परिपथ (Circuit) पूर्ण कर लिया जाता है। यदि सभी पश्च और अग्र दृष्टियों के जोड़ का अन्तर शून्य हो जाता है तो समस्त कार्य सही मान लिया जाता है। जाँच तलेक्षण के लिये सामान्यतया उड़न तलेक्षण की प्रक्रिया अपनायी जाती है।

§ 4.44. परिशुद्ध तलेक्षण (Precise Levelling) :

यह तलेक्षण प्रदेश में तल चिन्हों (B.M.) को बड़ी शुद्धता से स्थापित करने के लिये अपनाया जाता है। भारत में G. T. S. तल चिन्ह, परिशुद्ध तलेक्षण द्वारा ही स्थापित किये गये हैं।

परिशुद्ध तलेक्षण के लिये सभी आधुनिक और परिशुद्ध उपकरण काम में लाये जाते हैं। गज-पठन इन्वार गज पर किया जाता है। दृष्टि-दूरियाँ समान रखी जाती हैं। क्षैतिज दूरी जरीब से न नाप कर, स्टेडिया (Stadia Hair) से ली जाती है। लेवल उपकरण के समायोजन की जाँच प्रतिदिन की जाती है।

§ 4.45. त्रिकोणमितीय तलेक्षण (Trigonometrical Levelling) :

इस तलेक्षण में बिन्दुओं की उच्चता, उनके मध्य सीधी दूरी तथा ऊर्ध्वाधर कोण माप कर ज्ञात की जाती है। क्षैतिज दूरी जरीब/फीते से नापी जाती हैं और ऊर्ध्व कोण थियोडोलाइट से मापे जाते हैं। यदि बिन्दुओं के मध्य अधिक दूरी हैं (200 मी० से अधिक), तब भूवक्रता व अपवर्तन (Curvature and Refraction) के लिए संशोधन लगाया जाता है।

अधिक दूरी पर स्थित और अगम्य बिन्दुओं (जैसे—पर्वतों की चोटियों) की उच्चता की गणना के लिये त्रिकोणमितीय तलेक्षण काफी सन्तोषजनक सिद्ध हुआ है। इसे **कोणीय तलेक्षण** (Angular Levelling) भी कहते हैं।

(IV) तलेक्षण समस्यायें और त्रुटियाँ
(PROBLEMS AND ERRORS IN LEVELLING)

§ 4.46. तलेक्षण में समस्यायें (Problems in Levelling) :

तलेक्षण कार्य में निम्न समस्यायें प्राय: पेश आ सकती हैं।

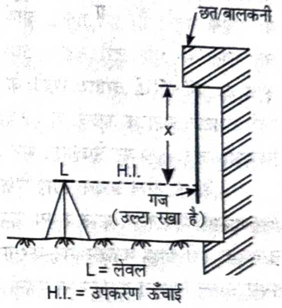
(i) उपकरण-ऊँचाई से ऊपर स्थित बिन्दु का तल-मापन करना।
(ii) जब गज-बिन्दु बहुत नीचा पड़ता हो।
(iii) ऊँची दीवार के आर-पार तलेक्षण।
(iv) अत्याधिक ढालू भूमि पर तलेक्षण।
(v) टीले अथवा खाई में तलेक्षण।

(vi) झील के आर-पार तलेक्षण।
(vii) नदी के आर-पार तलेक्षण।
(viii) जब गज लेवल-यन्त्र के अति निकट रखा हो।

समस्याओं का विवरण तथा निवारण निम्न हैं—

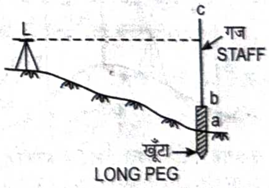
4.46-1. उपकरण-ऊँचाई से ऊपर स्थित बिन्दु का तल ज्ञात करना (R.L. of a point situated above H.I.)—यदि बिन्दु जिसका समानीत तल (R.L.) ज्ञात करना है, उपकरण-ऊँचाई से ऊँचा स्थित है (जैसे—कमरे की छत, पोर्च, मुंडेर, सुरंग की छत इत्यादि), तब तलेक्षण गज को उल्टा थामकर, इसके पाद को बिन्दु से छुआते हुये अग्रावलोकन किया जाता है और गज के पाठ्यांक को उपकरण-ऊँचाई में जोड़कर, उस बिन्दु का समानीत तल ज्ञात किया जाता है (देखें उदाहरण 4.23)।

4.46-2. जब गज-बिन्दु बहुत नीचा पड़ता हो (When the staff is held too low)—जब गज स्टेशन काफी नीचा पड़ता हो अर्थात् गज रखने पर, दृष्टि रेखा गज के ऊपर से निकल जाती हो, तो ऐसी दशा में पाठ्यांक नहीं लिया जा सकता है। इस स्थिति में स्टेशन-बिन्दु पर एक लम्बा खूँटा गाड़ कर गज उसके ऊपर खड़ा करें और पाठ्यांक पढ़ें। इस पाठ्यांक में खूँटे की ऊँचाई जोड़ दें। खूँटे की ऊँचाई फीतें से नाप लें। चित्र 4.42 के अनुसार गज पठन $ab + bc$ होगा।



चित्र 4.41

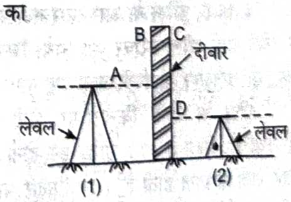
4.46-3. ऊँची दीवार के आर- पार तलेक्षण (Levelling across a high wall)—जब तलेक्षण मार्ग पर कोई ऊँची दीवार आ जाये तो इसके आर-पार कार्य निम्न प्रकार बढ़ाया जाता है—



चित्र 4.42

लेवल से देखते हुये दीवार की बाहरी फलक पर उपकरण ऊँचाई (H.I.) पर एक निशान A लगायें (चित्र 4.43)। अब A से B ऊँचाई (दीवार के शिखर तक) धातु के फीते से नाप लें। दोनों का जोड़, दीवार के शिखर का समानीत तल होगा।

अब लेवल को दीवार के दूसरी तरफ ले जाकर सैट करें और नयी उपकरण ऊँचाई पर बिन्दु D लगा लें। बिन्दु C व D का अन्तर धातु के फीते से नाप लें (ध्यान रहे बिन्दु B व C एक ही तल पर हों)। दीवार के शिखर के समानीत तल से $C - D$ का मान घटायें। यह लेवल की दूसरी सैटिंग के लिये उपकरण ऊँचाई होगी।



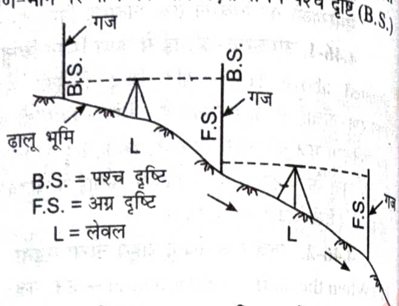
चित्र 4.43—दीवार के आर-पार तलेक्षण।

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

अब तलेक्षण कार्य आगे जारी रखा जा सकता है। जब दीवार कम ऊँची हो तो गज उल्टा लगा कर $A-B$ तथा $C-D$ ऊँचाई ज्ञात की जा सकती है।

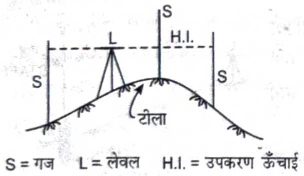
4.46-4. अत्यधिक ढालू भूमि पर तलेक्षण (Levelling Up-hill or Down hill)—अत्यधिक ढालू जमीन पर तलेक्षण-मार्ग पर नीचे की ओर बढ़ते समय पश्च दृष्टि (B.S.) गज के पाद के निकट और अग्र दृष्टि (F.S.) गज के शिखर की ओर प्राप्त होती है, जबकि ढलान पर चढ़ते समय इसके विपरीत घटता है।

अत: ढालू भूमि पर पश्च और अग्र दूरियाँ समान नहीं रखी जा सकती हैं और उपकरण सैटिंग भी कम दूरी पर रखनी पड़ती है। इस प्रकार कार्य बढ़ जाता है। दृष्टि दूरी बढ़ाने तथा पश्च व अग्र दूरियाँ बराबर रखने के लिये तलेक्षण मार्ग के पार्श्व में, आड़े बिन्दुओं (zig-zag) पर उपकरण सैट किया जा सकता है।

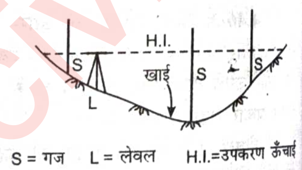


चित्र 4.44—ढालू भूमि पर तलेक्षण

4.46-5. टीले अथवा खाई में तलेक्षण (Levelling across a Ridge or Ditch)—टीले अथवा खाई में तलेक्षण करते समय, उपकरण को ठीक उच्चतम अथवा न्यूनतम बिन्दु पर स्थापित न करके, इसे थोड़ा हटाकर सैट करना चाहिये, जैसा—चित्र 4.45 व 4.46 में दिखाया गया है। इससे लेवल स्थापना कम रखनी पड़ती है और अधिक गज-पाठ्यांक उपकरण-ऊँचाई की पकड़ में आ जाते हैं।



चित्र 4.45—टीले पर तलेक्षण

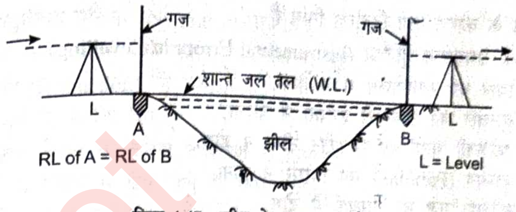


चित्र 4.46—खाई में तलेक्षण

4.46-6. झील के आर-पार तलेक्षण (Levelling across a Lake)—जब तलेक्षण मार्ग पर कोई बड़ी झील/सरोवर आ जाये, जिसके आर-पार लेवल उपकरण से पाठ्यांक न पढ़ा जा सके, तो तलेक्षण कार्य निम्न प्रकार आगे बढ़ाया जाता है—

झील के दोनों किनारों पर, पानी की सतह से फ्लश (स्पर्श) करती हुयी एक-एक खूँटी (A तथा B, चित्र 4.47) गाड़ें। इन दोनों खूँटियों का तल समान होगा (क्योंकि शान्त जल की सतह सदा समतल होती है)। इस किनारे पर लेवल सैट करके खूँटी A का समानीत तल ज्ञात करें। यही समानीत तल खूँटी B का भी होगा।

अब दूसरे किनारे पर पहुँचकर खूँटी B पर गज रखें और इस पर पश्च दृष्टि लें और कार्य आगे बढ़ायें।



चित्र 4.47—झील के आर-पार तलेक्षण

4.46-7. नदी के आर-पार तलेक्षण (Levelling across a River)—उपरोक्त वर्णित झील के लिये विधि, नदी के लिये नहीं अपनायी जा सकती है, क्योंकि नदी का जल तेज धाराओं में बहता है और इसका तल भी घटता-बढ़ता रहता है। अत: इसके लिये अन्योन्य तलेक्षण अपनाया जाता है। यह तलेक्षण विधि अनुच्छेद 4.39 में स्पष्ट की गयी है।

4.46-8. जब गज लेवल-यन्त्र के अति निकट (सटाकर) रखा हो (When Staff is held too near the Telescope)—जब गज लेवल के लक्ष्य-काँच के बिल्कुल पास खड़ा किया जाता है तो इसके अंक स्पष्ट पढ़े नहीं जा सकते हैं। इस स्थिति में एक सफेद कागज लें और उसे गज पर इस प्रकार ऊपर-नीचे सरकायें कि उसका ऊपर/नीचे की एक किनारी दृष्टि रेखा को काटे। अब दूरबीन से नजर हटाकर गज का (किनारी का) पठन करें।

जब लेवल को गज-स्टेशन के ठीक ऊपर अथवा सटाकर सैट किया गया है तो गज की लक्ष्य काँच से देखते हुये गज पठन करें अथवा लक्ष्य काँच के केन्द्र तक की ऊँचाई फीते से नाप लें।

उदाहरण 4.23 : एक कारखाने के फर्श का समानीत तल (R.L.) 100·00 मी० है। फर्श पर गज सीधा रखकर पढ़ा गया तो पाठ्यांक 2·32 मी० था और जब उसकी छत कैंची के टाई-धरन पर गज को उल्टा थामकर पढ़ा गया तो पाठ्यांक 3·68 मी० था। धरन की फर्श से ऊँचाई ज्ञात कीजिये।

हल : फर्श का समानीत तल (R.L.) = 100·000 मी०

पश्च अवलोक (B.S.) = 2·320 (+)

H.I. उपकरण ऊँचाई (B.S.) = 100·00 + 2·32 = 102·320

अग्र अवलोकन (F.S.) = 3·680 (+)

(क्योंकि गज उल्टा रखा है, यह मान धनात्मक होगा)

∴ छत कैंची का समानीत तल = 102·32 + 3·68 = 106·000 मी०

अत: छत-कैंची की ऊँचाई = 106·000 − 100·000 मी०

= 6·00 मी०

उत्तर

§ 4.47. तलेक्षण कार्य में त्रुटियाँ तथा उनका निवारण (Errors in Levelling and their Prevention) :

तलेक्षण कार्य में निम्नलिखित त्रुटियाँ हो सकती हैं—

(1) उपकरण त्रुटियाँ (Instrumental Errors)
(2) प्राकृतिक त्रुटियाँ (Natural Errors)
(3) व्यक्तिगत त्रुटियाँ (Personal Errors)

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

त्रुटियों के कारण तथा निवारण निम्न हैं—

4.47-1. उपकरण त्रुटियाँ (Instrumental Errors in Levelling)—

(i) लेवल का समायोजन में न होना,
(ii) बुलबुले का ठीक से हरकत न करना,
(iii) फोकसी भागों का संचालन ठीक न होना,
(iv) लम्बन (Parallax) का निरास न होना,
(v) तलेक्षण गज की लम्बाई में दोष,
(vi) तलेक्षण गज के निशानों में त्रुटि,
(vii) त्रिपाद के जोड़ ढीले पड़ जाना।

(i) लेवल का समंजन में न होना—तलेक्षण करते समय यह अनिवार्य है कि बुलबुले के मध्य में आने पर, संधान रेखा (Collimation Line) व पाणसल अक्ष (Bubble Axis) दोनों एक-दूसरे के समान्तर और क्षैतिज हों। यदि लेवल का समंजन सही नहीं है तो बुलबुले के मध्य में आने पर भी, अक्ष रेखा क्षैतिज नहीं होती है। इससे दूषित पाठ्याँक प्राप्त होते हैं।

इस त्रुटि के निवारण के लिये लेवल का भली-भाँति समायोजन में होना चाहिये। पश्च दृष्टि और अग्र दृष्टि की दूरियाँ समान रख कर भी इस त्रुटि से बचा जा सकता है।

(ii) बुलबुले का ठीक से हरकत न करना—यदि बुलबुले की चाल सुस्त पड़ गयी है तो पाणसल संधान के क्षैतिज होने पर भी यह अपने घर (मध्य निशान) में नहीं आयेगा। दूसरी ओर यदि यह द्रुतगामी हो गया है तो यह घर में नहीं टिकेगा, तुरन्त बाहर निकल जायेगा। अत: पाणसल के बुलबुले की संवेदनशीलता ठीक होनी चाहिये। पाठ्याँक लेने के तुरन्त बाद, बुलबुले के मध्य में होने की जाँच कर लेनी चाहिये।

(iii) फोकसी भागों का संचालन ठीक न होना—यह त्रुटि बाह्य फोकसन दूरबीन में होती है। जब फोकसी पेंच द्वारा संचालित दण्ड-चक्री (Rack and Pinion) घिस जाती है तो दूरबीन का लक्ष्य सिरा बाहर निकलने पर लटक जाता है और अक्ष रेखा क्षैतिज नहीं रह पाती है। परिणामस्वरूप गलत पाठ्यांक उपलब्ध होते हैं।

इस त्रुटि से बचने के लिये पश्च तथा अग्र स्टेशनों की दूरी समान रखनी चाहिये।

(iv) लम्बन का निरास न होना—सही गज पठन के लिये लक्ष्य काँच का फोकसन तथा नेत्रिका का समायोजन आवश्यक है ताकि बिम्बपट पर पाठ्यांक स्पष्ट दिखाई दे।

(v) तलेक्षण गज की लम्बाई में दोष—प्रवेशी या मुड़वा प्रकार के गज को पूरा न खोलने के कारण अथवा गज के पाद पर लगे शाम (Shoe) के घिस जाने से उपकरण-ऊँचाई अशुद्ध पढ़ी जाती है। तलेक्षण गज को सावधानी से पूरा खोलना चाहिये और घिसी शाम को बदल देना चाहिये।

(vi) तलेक्षण गज के निशानों में त्रुटि—यदि गज के निशान (अंश) ठीक अन्तराल पर नहीं बने हैं तो गज की लम्बाई अशुद्ध हो सकती है और पाठ्यांकों में त्रुटि आ जाती है। नये तलेक्षण गज की मानक फीते से जाँच कर लेनी चाहिये।

(vii) त्रिपाद के जोड़ ढीले पड़ जाना—जब त्रिपाद के जोड़ किसी कारण ढीले पड़ जाते हैं तो यह ढाँचा लचकने लगता है और इस पर कसा हुआ उपकरण अस्थिर हो जाता है। इस कारण उपकरण समायोजन में नहीं रह पाता है।

त्रिपाद अच्छी, भली-भाँति उपचारित प्रकाष्ठ का बना होना चाहिये।

4.47-2. प्राकृतिक त्रुटियाँ (Natural Errors in Levelling)

(i) भूवक्रता (Curvature) के कारण पाठ्यांक में त्रुटि,
(ii) अपवर्तन (Refraction) के कारण त्रुटि,
(iii) तेज धूप के कारण त्रुटि,
(iv) तेज हवा चलने के कारण उपकरण में कम्पन,
(v) त्रिपाद के जमीन में धँस जाने के कारण त्रुटि,
(vi) गज के (नरम जमीन में) नीचे धँस जाने से त्रुटि।

(i) भूवक्रता के कारण पाठ्यांक में त्रुटि—पृथ्वी की वक्रता के कारण गज पठन बढ़ जाता है। लेवल से गज जितनी दूरी पर रखा जायेगा, त्रुटि का मान उतना ही अधिक होगा। अत: परिशुद्ध कार्य में भूवक्रता संशोधन लगाना चाहिये। सामान्य तलेक्षण में पश्च दृष्टि तथा अग्र दृष्टि की दूरियाँ बराबर रखनी चाहियें।

(ii) अपतर्वन के कारण त्रुटि—अपवर्तन के कारण दृष्टि रेखा नीचे को झुकती है और गज पाठ्यांक सत्य से कम प्राप्त होता है। परिशुद्ध गज पाठ्यांक के लिये अपवर्तन का संशोधन भी आवश्यक है।

गज की दूरी 200 मी० से कम रखने पर भूवक्रता तथा अपवर्तन की त्रुटि बहुत ही कम (0·003 मी०) होती है (जबकि सामान्य गज का न्यूनतम पाठ्यांक Least Count 0·005 मी० होता है)।

(iii) तेज धूप के कारण त्रुटि—दोपहर की तेज धूप में, विशेष तौर पर ग्रीष्म ऋतु में दूरी पर खड़े तलेक्षण गज का नीचे का सिरा कांपता नजर आता है और पाणसल का बुलबुला भी गर्म होकर तेज भागता है। अत: इन घण्टों में तलेक्षण कार्य बन्द रखना चाहिये। तेज धूप में छाता लगाकर कांम किया जा सकता है। गज की दूरी भी कम रखनी चाहिये।

(iv) तेज हवा चलने के कारण उपकरण में कम्पन—जब तेज हवा चलती है तो तलेक्षण गज को सीधा पकड़े रखना कठिन हो जाता है और उपकरण भी डोलने लगता है। ऐसी स्थिति में गज-पठन ठीक नहीं हो पाता। अत: तेज हवा व आँधी आने पर सभी उपकरण समेट लेने चाहियें और तलेक्षण कार्य बन्द कर देना चाहिये।

(v) त्रिपाद के जमीन में धँस जाने के कारण त्रुटि—यदि लेवल उपकरण नर्म प्रकार की अथवा कच्ची-ढीली जमीन पर स्थापित किया गया है तो यह अपने भार के कारण अथवा तलेक्षक के हाथ का अकस्मात् भार पड़ने पर नीचे धँस जाता है और इसका समायोजन गड़बड़ा जाता है। पश्चावलोकन तथा अग्रावलोकन समयों के बीच यदि त्रिपाद नीचे धँस जाता है तो पाठ्यांक गलत हो जाता है।

त्रिपाद की त्रुटि से बचने के लिये पश्च अवलोकन के तुरन्त बाद ही अग्र अवलोकन करना चाहिये। नर्म भूमि पर त्रिपाद को दोनों हाथों के दाब से भूमि में अच्छी तरह स्थिर कर लेना चाहिये अथवा खूँटियाँ गाड़ कर त्रिपाद को उस पर टिकाना चाहिये।

(vi) गज के नीचे धँस जाने से त्रुटि—परिवर्तन बिन्दु पर एक पठन के बाद जब तलेक्षण गज की दिशा दूसरे पठन के लिये बदली जाती है तो इसके प्राय: भूमि में दब जाने की शंका रहती है। ढीली मिट्टी में लम्बा खूँटा गाड़ कर अथवा धातु की चपटी प्लेट रखकर उस पर तलेक्षण गज खड़ा करना चाहिये।

4.47-3. व्यक्तिगत त्रुटियाँ (Personal Errors in Levelling)—तलेक्षण कार्य में व्यक्तिगत त्रुटियाँ निम्नलिखित हो सकती हैं—

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(i) लापरवाही से तलेक्षण कार्य करना,
(ii) पाठ्यांक लेते समय बुलबुले पर ध्यान न देना,
(iii) तलेक्षण गज पकड़ने में दोष,
(iv) गज पाठ्यांक लेने में त्रुटि,
(v) पाठ्यांक दर्ज करने में भूल या लापरवाही।

(i) लापरवाही से तलेक्षण कार्य करना—तलेक्षक को चुस्त-दुरस्त होकर तलेक्षण कार्य करना चाहिये। लेवल यन्त्र की स्थापना तथा गज-स्टेशनों का चयन उत्तम ढंग से करना चाहिये। तलेक्षक को लेवल सैट करते समय पूरी सावधानी से कार्य करना चाहिये।

(ii) पाठ्यांक लेते समय बुलबुले पर ध्यान न देना—गज-पठन के समय पाणसल का बुलबुला अवश्य अपने मध्य निशान पर होना चाहिये। पाठ्यांक लेते समय बुलबुले की स्थिति देख लेनी चाहिये। त्रिपाद अथवा उपकरण पर हाथ का भार डालने से भी बुलबुला सरक जाता है।

(iii) तलेक्षण गज पकड़ने में दोष—तलेक्षण गज को ठीक ऊर्ध्वाधर पकड़ना चाहिये। यदि यह झुका हुआ है, तो दूषित और वास्तविक से अधिक पाठ्यांक प्राप्त होता है। गज वाला को ध्यान अपने गज पर तथा तलेक्षक के संकेतों पर रखना चाहिये, आकाश में उड़ते पक्षियों पर नहीं। तलेक्षण गज लेवल यन्त्र से उल्टा दिखाई देता है, परन्तु यह पकड़ा सीधा जाता है।

परिवर्तन बिन्दु पर गज को उसी बिन्दु पर रखते हुये दिशा ठीक कर लेनी चाहिये। परिशुद्ध कार्य के लिये, साहुल लटका कर गज की जाँच कर लेनी चाहिये।

(iv) गज पाठ्यांक लेने में त्रुटि—यह एक गम्भीर त्रुटि है जो प्राय: नये सर्वेक्षक से होती है। बिम्बपट (डायफ्राम) की मध्य क्षैतिज रेखा की सीध में गज पठन करना चाहिये। स्टेडिया तारों को ठीक से पहचान लेना चाहिये। गज पर 6 तथा 9 के अंकों में पहचान बनानी चाहिये और गज ऊपर से नीचे को पढ़ना चाहिये।

(v) पाठ्यांक दर्ज करने में भूल या लापरवाही—पाठ्यांकों को क्षेत्र पंजी में दर्ज करते समय पूरी सावधानी बरतनी चाहिये। प्राय: मध्यावलोकन (I.S.) को जल्दी अथवा भूल से पश्च अथवा अग्र अवलोकन के खाने में दर्ज कर देने से गम्भीर त्रुटि होती है। किसी गज पठन को भूल से दर्ज न करने पर, पुन: उसी बिन्दु पर लौटना पड़ता है।

§ 4.48. तलेक्षण कार्य में परिशुद्धता तथा समापन त्रुटि (Degree of Accuracy in Levelling and Closing Error) :

4.48-1. समापन त्रुटि—तलेक्षण कार्य में परिशुद्धता, उपकरणों की मानकता, तलेक्षक की कौशलता, सतर्कता, मौसम तथा क्षेत्र की प्रकार पर निर्भर करती है। मैदानी क्षेत्रों में, पर्वतीय क्षेत्र की अपेक्षा, अधिक परिशुद्धाता आसानी से प्राप्त हो जाती है। तलेक्षण कार्य एक निर्धारित समापन त्रुटि तक ही स्वीकार्य होता है, सीमा से अधिक समापन त्रुटि आने पर तलेक्षण कार्य पुन: करना चाहिये। नहरों, रेलमार्गों, सीवरों के तल मापन कार्य में विशेष सावधानी रखी जाती है और दोहरा (Double) व तीहरा (Triple) तल मापन किया जाता है।

तलेक्षण कार्य में अनुमत समापन त्रुटि की सीमा निम्न ली जाती है—

$$E = C\sqrt{K} \quad \ldots(4.11)$$

जहाँ E = अनुमत समापन त्रुटि, मी॰ में
C = स्थिरांक (तलेक्षण की प्रकार अनुसार)
K = किमी॰ में देरी

C का मान निम्न लिया जाता है—

(i) स्थूल तलेक्षण कार्य $= \pm 0{\cdot}100$
(ii) साधारण तलेक्षण कार्य $= \pm 0{\cdot}025$
(iii) शुद्ध तलेक्षण कार्य $= \pm 0{\cdot}012$
(iv) परिशुद्ध तलेक्षण कार्य $= \pm 0{\cdot}006$

उदाहरण 4.25: 4 किमी के लम्बे साधारण तलेक्षण कार्य में 0·055 मी॰ की समापन त्रुटि पायी गयी। क्या यह कार्य स्वीकार्य है? जाँच करें।

हल : समापन त्रुटि, $E = C\sqrt{K}$ (सूत्र)

यहाँ $E = ?$

$C = \pm 0{\cdot}025$ (साधारण कार्य के लिये)

$K = 4$ किमी

$\therefore$ $E = 0{\cdot}025\sqrt{4}$

$= 0{\cdot}050$ मी॰

क्योंकि समापन त्रुटि अनुमत (0·050 मी॰) से अधिक है, अत: कार्य दोषपूर्ण है। कार्य को अस्वीकृत कर देना चाहिये।

उत्तर

4.48-2. समापन त्रुटि का समायोजन (Adjustment of Closing Error)—समापन त्रुटि के लिये जिम्मेदार अनेक कारण हैं, मुख्य निम्न हैं—

(i) गज पठन के समय पाणसल के बुलबुले का केन्द्र से भटक जाना।
(ii) लेवल उपकरण का कार्य के दौरान जमीन में धँस जाना।
(ii) परिवर्तन बिन्दु पर तलेक्षण गज का जमीन में धँस जाना अथवा अपने पूर्व स्थान से खिसक जाना।

जब तलेक्षण कार्य एक तल चिन्ह से शुरू करके दूसरे ज्ञात तल चिन्ह पर समाप्त किया जाता है तो वास्तविक व परिकलित समानीत तलों में अन्तर नहीं होना चाहिये। यदि अन्तर आता है तो यह तलेक्षण कार्य की समापन त्रुटि है।

जब प्रारम्भिक व अन्तिम स्टेशनों का तलान्तर पूर्व ज्ञात नहीं है तो उनके मध्य तलेक्षण दो बार किया जाता है। एक बार अग्र दिशा में (Forward) और दूसरी बार पश्च दिशा में (Backward) और तलेक्षण कार्य प्रारम्भिक स्टेशन पर ही लाकर समाप्त किया जाता है। यदि तलेक्षण कार्य में कोई समापन त्रुटि नहीं है तो सभी पश्चावलोकनों (B.S.) का जोड़ अग्रावलोकनों (F.S.) के बराबर होता है। यदि ऐसा नहीं है तो यह समापन त्रुटि मानी जायेगी।

तलेक्षण कार्य की परिशुद्धता समापन त्रुटि से आँकी जाती है। यदि समापन त्रुटि सीमा से अधिक है तो सम्पूर्ण तलेक्षण कार्य अस्वीकार कर दिया जाता है और उसे पुन: अधिक सावधानी बरतते हुये करना चाहिये। परन्तु जब समापन त्रुटि सीमा के भीतर है (सीमा-मान ऊपर दिये गये है)। तब कार्य तो स्वीकार्य होता है, परन्तु समापन त्रुटि का समायोजन किया जाता है। समायोजन की सरल विधि यह है कि कुल समापन त्रुटि को सभी स्टेशनों में बराबर-बराबर बाँट दिया जाता है और गज पाठ्यांक संशोधित कर लिये जाते हैं।

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

समापन त्रुटि का समायोजन निम्न उदाहरण द्वारा स्पष्ट किया जाता है।

उदाहरण 4.25 : स्टेशन *A* का समानीत तल 151·125 है। इसके संदर्भ में स्टेशन *B* का समानीत तल ज्ञात करना है। *A* – *B* संरेखण पर निम्न गज पाठ्यांक लिये गये—

	तलेक्षण दिशा	पश्च दृष्टि	अग्र दृष्टि
(a)	*A* से *B* को जाते हुये (अग्र दिशा)	2·420 1·655 1·925	0·400 0·215 0·565
(b)	*B* से *A* को लौटते हुये (पश्च दिशा)	0·390 0·470 0·415	1·760 1·910 2·435

समापन त्रुटि ज्ञात करें और संरेखण *A* – *B* पर पड़ने वाले बिन्दुओं के समानीत तलों के संशोधित मान ज्ञात करें।

हल : प्रथम चरण में तलेक्षण कार्य *A* से प्रारम्भ करके *B* तक ले जाया गया (अग्र दिशा) तथा दूसरे चरण में इसे *B* से शुरू करकें (पश्च दिशा) *A* पर (जहाँ से चले थे) समाप्त किया गया है। अत: कुल पश्च दृष्टि व कुल अग्र दृष्टि का जोड़ बराबर होना चाहिये, परन्तु ऐसा नहीं है। इनके जोड़ में 0·010 मी० का अन्तर है—

पश्च दिशा के गज पठनों का जोड़ = 7·275 मी०

अग्र दिशा के गज पठनों का जोड़ = 7·285 मी०

अन्तर = (–) 0·010 मी०

अत: कार्य में 0·010 मी० की समापन त्रुटि है।

समायोजन—पश्च दृष्टि, अग्र दृष्टि से 0·010 मी० कम है। त्रुटि को समायोजित करने के लिये इस अन्तर को पश्च दृष्टि व अग्र दृष्टि में बराबर-बराबर अर्थात् $\frac{0\cdot010}{2} = 0\cdot005$ मी० बाँट दिया जाता है। अत: पश्च दृष्टि के गज पठनों में 0·005 मी० बढ़ाने व अग्र दृष्टि के गज पठनों में 0·005 मी० घटाने से त्रुटि समायोजित हो जायेगी।

अग्र दृष्टि व पश्च दृष्टि की संख्या 6 : 6 है। इनमें से किन्हीं 5 अग्र दृष्टि में 0·001 मी० जोड़े जायेंगे व किन्हीं 5 अग्र दृष्टि में 0·001 मी० घटाने होंगे।

संशोधित अवलोकनों व समानीत तलों को निम्न तालिका में दिया गया है।

तालिका 4.18 (उदाहरण 4.25)

स्टेशन	संशोधित गज पठन B.S.	I.S.	F.S.	उपकरण ऊँचाई H.I.	समानीत तल R.L.	टिप्पणी
अग्र दिशा						
A	2·420		—	153·545	151·125	
1	**1·656**		0·400	154·801	153·145	

शेष अगले पृष्ठ पर...

स्टेशन	B.S.	I.S.	F.S.	H.I.	R.L.	टिप्पणी
2	**1·926**		**0·214**	156·513	154·587	
B	—		**0·564**	156·513	155·949	
पश्च दिशा						
B	**0·391**		—	156·340	155·949	संशोधित गज पठन मोटे अक्षरों में दिखाये गये हैं।
2	**0·471**		**1·759**	155·052	154·581	
1	**0·416**		**1·909**	153·559	153·143	
A	—		**2·434**	153·559	151·125	
योग	7·280		7·280			

(V) लेवल का स्थायी समायोजन
(PERMANENT ADJUSTMENT OF LEVELS)

§ 4.49. स्थायी समायोजन :

उपकरण के महत्वपूर्ण अंगों को उनकी एक-दूसरे के प्रति सत्य स्थिति सैट करने को **स्थायी समायोजन** कहते हैं। एक सामान्य लेवल उपकरण में निम्न आधारभूत अक्ष (Fundamental Lines or Fundamental axes) होते हैं। ध्यान रहे ये सभी काल्पनिक रेखायें हैं।

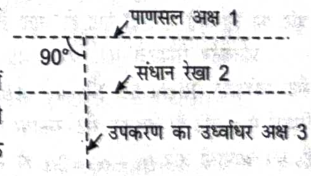
(1) उपकरण का ऊर्ध्वाधर अक्ष (Vertical Axis of Level)

(2) दूरबीन का अक्ष (Axis of Telescope)

(3) संधान रेखा या दृष्टि रेखा (Line of Collimation or Line of Sight)

(4) पाणसल का अक्ष या बुलबुला अक्ष (Axis of the Bubble Tube)

जब कोई लेवल उपकरण पूर्णत: समायोजित स्थिति में होता है, तब निम्न शर्तें होती हैं।



शर्तें 1 ⊥ 3 तथा 1 // 2

चित्र 4.48—लेवल के मूलभूत अक्ष

(a) पाणसल का अक्ष, और दृष्टि रेखा, दोनों एक-दूसरे के **समान्तर** होते हैं। यह सभी प्रकार के लेवलों के लिये आवश्यक शर्त है।

(b) पाणसल अक्ष, उपकरण के ऊर्ध्वाधर अक्ष के **समकोणक** (Right Angle) होता है। (यह शर्त झुकाऊ लेवल पर लागू नहीं है।)

(c) दूरबीन का अक्ष संधान रेखा के समपाती होता है (डम्पी लेवल में यह आवश्यक नहीं है।)

अस्थायी समायोजन (अनुच्छेद 4.24 में) में पाणसल के बुलबुले को लेवल की दो समकोणक स्थितियों में (पाद पेचों द्वारा) मध्य निशान पर लाया जाता है, जिससे पाणसल अक्ष और दृष्टि रेखा (संधान रेखा) ठीक क्षैतिज हो जाती है। दूरबीन क्योंकि उपकरण के ऊर्ध्वाधर अक्ष से 90° पर जुड़ी होती है। (झुकाव लेवल को छोड़कर), अत: उपरोक्त सभी शर्तें पूरी हो जाती हैं और लेवल स्थायी समायोजन की स्थिति प्राप्त कर लेता है।

परन्तु जब अस्थायी समायोजन के बाद भी पाणसल का बुलबुला दूरबीन की **सभी क्षैतिज दिशाओं** में अपने मध्य निशान पर नहीं टिका रहता है, तो पाणसल अक्ष और ऊर्ध्वाधर अक्ष का समकोणक सम्बन्ध बिगड़ा हुआ होता है। इसे तब स्थायी समायोजन द्वारा ही ठीक किया जा सकता है।

लेवल का स्थायी समायोजन निम्न अनुक्रमण (Order) में किया जाता है—

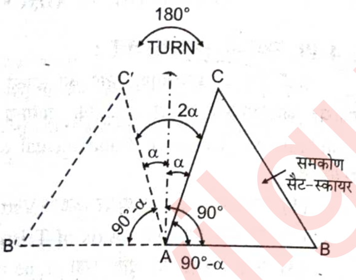
(a) पाणसल अक्ष को उपकरण के ऊर्ध्वाधर अक्ष के **समकोणक** लाया जाता है।

(b) दृष्टि रेखा (संधान रेखा) को पाणसल अक्ष के **समान्तर** किया गया है।

उपरोक्त के अन्तर्गत पाणसल तथा बिम्बपट (डायाफ्राम) का समायोजन किया जाता है अर्थात् इनके अक्षों को ऊपर अथवा नीचे झुकाया जाता है। यह कार्य, इन पर लगे सिरा-बद्ध पेंचों (केप्सटन पेंच—Capstan Headed Screws) को घुमा कर किया जाता है।

§ 4.50. प्रतिवर्तन सिद्धान्त (Principle of Reversal) :

उपकरणों में त्रुटि की जांच के अन्तर्गत प्रतिवर्तन (विपर्यय) सिद्धान्त अधिक उपयोग में आता हैं। यदि सर्वे उपकरण-लेवल, थियोडोलाइट आदि के किसी चल घटक में कोई त्रुटि है, तो यन्त्र के उस घटक को 180° पर घुमाने पर अर्थात् उसकी स्थिति पूर्ण पलट देने पर यह त्रुटि दो गुनी हो जाती है। इसे **प्रतिवर्तन सिद्धान्त** कहते हैं। घटक को एक स्थिति से 180° पर घुमाने पर, त्रुटि का परिमाण तो वही रहता है, परन्तु दिशा बदल जाने पर त्रुटि का आभासी मान दो गुना हो जाता है।



चित्र 4.49

प्रतिवर्तन सिद्धान्त को चित्र 4.49 द्वारा स्पष्ट किया गया है। चित्र में एक समकोण सैट-स्कायर (Right Set Square) *ABC* दर्शाया गया है, जिसकी समकोणक फलक की सिधाई में α त्रुटि है। जब इस सैट-स्कायर को 180° पर घुमा कर स्थिति $A\,B'\,C'$ में लाया जाता है, तब आभासी त्रुटि $(\alpha + \alpha) = 2\alpha$ हो जाती है।

प्रतिवर्तन सिद्धान्त का एक लाभ यह भी है कि उपकरण समायोजित न होने पर, इसे 180° पर घुमा कर, पुनः पाठ्यांक लेकर, दोनों पाठ्यांकों का औसत निकालने पर, सही पाठ्यांक प्राप्त हो जाता है, क्योंकि दोनों पाठ्यांकों में त्रुटि का परिमाण तो बराबर है, परन्तु दिशा विपरीत है, जिस से औसत त्रुटि शून्य हो जाती हैं।

§ 4.51. डम्पी लेवल का स्थायी समायोजन (Permanent Adjustment of Dumpy Level) :

डम्पी लेवल के स्थायी समायोजन के अन्तर्गत दो क्रियायें निम्न अनुक्रमण में की जाती हैं—

(a) पाणसल का समायोजन (Adjustment of Bubble Axis)

(b) संधान रेखा का समायोजन (Adjustment of Line of Collimation)

समायोजन प्रक्रिया का वर्णन निम्न है। डम्पी लेवल को एक बार सही करने पर, स्थायी समायोजन काफी समय तक बना रहता है।

(A) पाणसल का समायोजन—

(i) पाठ्यांक लेते समय पाणसल का बुलबुला नलिका के मध्य निशान पर रहना चाहिये। जब यह मध्य भाग में रहता है तो पाणसल अक्ष, उपकरण के ऊर्ध्वाधर अक्ष के समकोणक होता है।

(ii) इसकी जाँच के लिये लेवल की दूरबीन को किन्हीं दो समकोणक स्थिति में पारी से रखते हुये, पाद पेंचों द्वारा बुलबुले को नलिका के मध्य निशान पर लायें। जब यह दोनों स्थितियों में मध्य में आ जाये, तब दूरबीन को क्षैतिज समतल में 180° पर घुमायें। अब यदि बुलबुला मध्य निशान से बाहर निकल जाता है, तो पाणसल का समायोजन आवश्यक है।

(iii) दूरबीन को दो पाद पेंचों (अथवा तीसरे पाद पेंच) के समान्तर रखते हुयें, बुलबुला नलिका के मध्य से कितने भाग (Divisions) किस तरफ बाहर निकला हुआ है, नोट करें। मान लो यह $2n$ भाग (खाने) एक तरफ निकला हुआ है।

(iv) अब पाणसल के सिरे पर भी लगे केप्टसन पेंच (Capstan Headed Screws) को ऊपर अथवा नीचे इस प्रकार घुमायें, जिससे बुलबुला ऊपर वर्णित आधे निशानों (n division) पर सरक कर मध्य निशान की ओर बढ़ जाये।

(v) शेष आधे निशानों पर बुलबुले को सरकाने के लिये दूरबीन नलिका के समान्तर वाले पाद पेंचों (अथवा पेंच) को अन्दर/बाहर की तरफ घुमायें। (Right in –Left out)।

(vi) अब दूरबीन को 90° पर घुमाकर अन्य पाद पेंच या पेंचों के समान्तर लायें और उसे (या उन्हें) घुमाकर बुलबुले को पुनः पाणसल के मध्य में लायें।

(vii) दूरबीन को क्षैतिज समतल में घुमा कर जाँच करें कि बुलबुला अपने मध्य निशान पर बना रहता है। यदि नहीं है तो उपरोक्त प्रक्रिया पुनः दोहरायें।

(viii) यह समायोजन करने पर, दूरबीन की किसी भी दिशा में, बुलबुला सदा पाणसल के मध्य निशान पर रहेगा।

टिप्पणी—डम्पी लेवल में यह समायोजन अनिवार्य नहीं है परन्तु यह समायोजन करने पर प्रत्येक उपकरण-स्टेशन पर लेवल का अस्थायी समायोजन शीघ्र हो जाता हैं, क्योंकि दूरबीन की किसी भी स्थिति में, पाणसल-बुलबुला अपने केन्द्र में रहेगा।

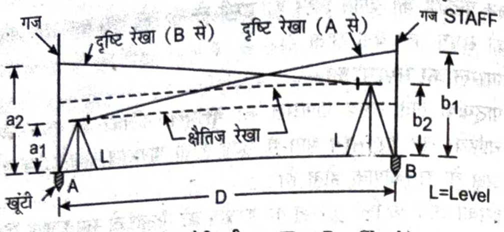
(B) संधान रेखा का समायोजन—

(i) पाठ्यांक लेते समय दृष्टि रेखा (संधान रेखा) पूर्णतः क्षैतिज होनी चाहिये, अर्थात् बुलबुले के मध्य निशान पर होने पर, दृष्टि रेखा पाणसल अक्ष के समान्तर होती है और क्षैतिज भी होती है।

(ii) जब लेवल का समायोजन सही नहीं होता है, तो बुलबुले के मध्य में होने पर भी दृष्टि रेखा झुकी हुयी हो सकती है।

(iii) दृष्टि रेखा के झुके होने की जाँच **दो-खूँटी विधि** (Two Peg-Method) द्वारा की जाती है। यह ऊपर वर्णित अन्योन्य तलेक्षण (Reciprocal Levelling) विधि ही है।

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.



चित्र 4.50—दो-खूँटी परीक्षण (Two Peg Check)

(iv) लगभग समतल भूमि पर दो बिन्दु 100 मी० के अन्तराल पर लें और उन पर एक-एक खूँटी गाड़ दें। माना यह बिन्दु *A* और *B* हैं (चित्र 4.50)।

(v) पहले लेवल को बिन्दु *A* के अति निकट (गज से सटा कर) स्थापित करें और बिन्दु *A* तथा *B* पर गज रखकर पाठ्यांक लें। क्योंकि बिन्दु *A* पर उपकरण गज से सटा कर रखा गया है, अत: लक्ष्य सिरे से देखते हुये, पाठ्यांक दूरबीन के नेत्रिका सिरे से पड़े। दूरबीन को उल्टी तरफ से देखने पर कृसतन्तु तो दिखाई नहीं देते, परन्तु गज का बहुत ही छोटा भाग दृष्टिगोचर होता है। पेन्सिल की नोक से उसका केन्द्र पहचान कर गज पर निशान लगा लें और पाठ्यांक पढ़ लें।

माना *A* पर पाठ्यांक a_1 और *B* पर पाठ्यांक b_1 हैं। इनमें पाठ्यांक a_1 शुद्ध होगा, क्योंकि यह लेवल के अति निकट से लिया गया है (भूवक्रता, अपवर्तन और दृष्टि रेखा के क्षैतिज न होने के कारण उत्पन्न होने वाली सभी त्रुटि शून्य हो जाती है)।

अत: *A* और *B* का आभासी तल अन्तर, $H_1 = a_1 - b_1$ ...(i)

(vi) अब लेवल को बिन्दु *B* के अति निकट (गज से छूते हुये) सैट करें और उपरोक्त की भाँति *A* और *B* पर गज पठन करें। माना यह पाठ्यांक क्रमश: a_2 और b_2 हैं।

अत: *A* और *B* का पुन: आभासी तल अन्तर, $H_2 = a_2 - b_2$ ...(ii)

(vii) यदि $H_1 = H_2$ है तो लेवल का समायोजन सही है, अन्यथा नहीं।

(viii) दोनों बिन्दुओं का सत्य तल अन्तर,

$$H = \frac{(a_1 - b_1) + (a_2 - b_2)}{2} \quad ...(iii)$$

यदि *H* धनात्मक (+) है तो बिन्दु *B* ऊँचा होगा, यदि *H* ऋणात्मक (−) आता है तो बिन्दु *A* ऊँचा होगा।

(ix) दोनों बिन्दुओं का सत्य तल अन्तर ($\pm H$) ज्ञात करने के बाद, *A* और *B* पर सही पाठ्यांकों की गणना करें (लेवल को बिन्दु *B* पर ही सैट मानते हुये और पाठ्यांक b_2 को सही लेते हुये)।

अत: *A* का सही पाठ्यांक, $a = a_1 \pm H$ ...(iv)

(x) अब गज को *A* पर रख कर चरण (iv) में ज्ञात सही पाठ्यांक लायें। इसके लिये बिम्बपट (डायफ्राम) पर लगे केप्सटन पेंच (Capstan Headed Screw) को घुमा कर बिम्बपट को ऊपर/नीचे सरकायें, जिससे कृसतन्तु नयी स्थिति लेंगे। अब दृष्टि रेखा पूर्णत: क्षैतिज होगी।

टिप्पणी— ऊपर वर्णित दो-खूँटी विधि में लेवल की दो सैटिंग करनी आवश्यक है। एक अन्य तरीके में, लेवल पहले दोनों खूँटियों के ठीक मध्य में और फिर किसी एक खूँटी के पास (अन्दर तथा बाहर की तरफ) सैट करके गज पठन किया जाता है और दोनों खूँटियों का सही तल अन्तर ज्ञात करके बिम्बपट का समायोजन किया जाता है।

§ 4.52. झुकाऊ लेवल का स्थायी समायोजन (Permanent Adjustment of Tilting Level) :

झुकाऊ लेवल में आधारभूत रेखायें (Fundamental Lines) निम्न होती हैं—

(i) पाणसल अक्ष (Axis of Bubble Tube)

(ii) दृष्टि रेखा या संधान रेखा (Line of Sight or Line of Collimation)

झुकाऊ लेवल में नेत्रिका सिरे की तरफ इसकी तली में एक झुकाऊ पेंच लगा होता है, जिस के द्वारा दूरबीन को इसके अनुदैर्ध्य अक्ष के प्रति ऊपर/नीचे झुकाया जा सकता है। इसलिये बुलबुले को मध्य में लाने के लिये पूर्णत: पाद पेंचों (Foot Screws) पर निर्भर नहीं रहना पड़ता है। झुकाऊ पेंच को घुमाकर बुलबुले को ठीक मध्य निशान पर लाया जाता है।

अत: झुकाऊ लेवल में उपकरण के ऊर्ध्वाधर अक्ष (Vertical Axis) को सत्य रूप से ऊर्ध्वाधर लाने की आवश्यकता नहीं है।

झुकाऊ लेवल में केवल दृष्टि रेखा (समान्तरण रेखा) पाणसल अक्ष के समान्तर होनी चाहिये (समान्तर होने पर यह क्षैतिज भी होती है)।

संधान रेखा का समायोजन—झुकाऊ लेवल की दृष्टि रेखा का समायोजन डम्पी लेवल की भाँति ही किया जाता है (देखें दो-खूँटी विधि—अनुच्छेद 4.51)।

दो बिन्दुओं पर गज रख कर उनके मध्य शुद्ध अन्तर ज्ञात कर लिया जाता है और समान्तरण रेखा के झुकाव की गणना कर ली जाती है। अब झुकाऊ पेंच को चला कर गज पर वाँछित पाठ्यांक प्राप्त किया जाता है। ऐसा करने पर बुलबुला मध्य निशान से बाहर हो जायेगा। इसको पुन: मध्य निशान पर लाने के लिये पाणसल के केप्सटन पेंच का समायोजन कर बुलबुला-नलिका को ऊपर उठाया/नीचे किया जाता है, जिससे बुलबुला मध्य निशान पर लौट आता है।

झुकाऊ लेवल में बिम्बपट (डायफ्राम) के समायोजन की आवश्यकता नहीं है। अत: इस पर केप्सटन पेंच नहीं लगाये जाते हैं और यह स्थायी तौर पर दूरबीन में फिट रहता है।

(4.4) स्थायी समायोजन सम्बन्धी उदाहरण

उदाहरण 4.26. एक डम्पी लेवल का स्थायी समायोजन करने के लिये दो-खूँटी विधि अपनायी गयी और बिन्दु *A* तथा *B* की दूरी 100 मी० रखी गयी। पहले लेवल को बिन्दु *A* के अति निकट सैट किया गया और *A* तथा *B* पर क्रमश: 1·375 मी० व 2·110 मी० पाठ्यांक प्राप्त हुये। अब लेवल को बिन्दु

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

B के अति निकट स्थापित किया गया और पुनः A तथा B पर क्रमशः 1·145 मी० व 1·770 मी० गज पठन हुआ।
ज्ञात करें कि लेवल के समायोजन की आवश्यकता है अथवा नहीं। यदि है तो बिन्दु A पर सही पाठ्यांक की गणना करें और दृष्टि रेखा का समायोजन करें।

हल : (i) लेवल को A से सटा कर रखने पर आभासी तल अन्तर—

B पर पाठ्यांक $= 2·110$

A पर पाठ्यांक $= 1·375$

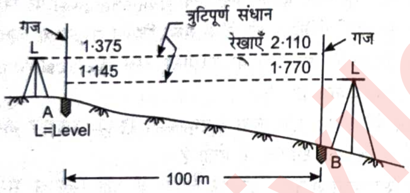
आभासी तल अन्तर, $H_1 = 0·735$ m

(ii) लेवल को B से सटा कर रखने पर—

B पर पाठ्यांक $= 1·770$

A पर पाठ्यांक $= 1·145$

आभासी तल अन्तर, $H_2 = 0·625$ m



चित्र 4.51

(iii) क्योंकि दोनों प्रेक्षणों का तल अन्तर समान नहीं है, अतः संधान रेखा शुद्ध क्षैतिज नहीं है और उपकरण के समायोजन की आवश्यकता है।

(iv) ∴ A और B में सत्य तल अन्तर,

$$H = \frac{H_1 + H_2}{2} = \frac{0·735 + 0·625}{2}$$

$$= 0·680 \text{ m}$$

पाठ्यांकों को देखने से ज्ञात होता है कि बिन्दु B, बिन्दु A से 0·680 m नीचा है। बिन्दु B पर सही पाठ्यांक (जब उपकरण से सटा कर गज पाठ्यांक पढ़ा गया है।) $= 1·770$ m

बिन्दु A पर सही पाठ्यांक $= 1·770 - 0·680$

$= 1·090$ m

बिन्दु A पर प्रेक्षित पाठ्यांक $= 1·145$ m

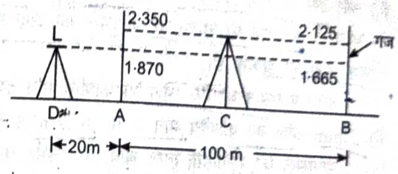
समान्तर त्रुटि $= 1·145 - 1·090 = 0·055$ m

अतः स्पष्ट है कि संधान रेखा (Line of Collimation) ऊपर को उठी हुयी है। इसे 0·055 m नीचे को झुकाना होगा। इसके लिये पाणसल पर लगे केप्सटन पेंच को (एक धातु की तिल्ली से) घुमाया जाता है।

उदाहरण 4.27 : एक डम्पी लेवल के स्थायी समायोजन के लिये, जमीन पर दो खूँटियाँ A और B, 100, मी० की दूरी पर गाड़ी गयी और लेवल उपकरण को उनके मध्य बिन्दु C पर सैट करके गज A और B पर क्रमशः 2·350 व 2·125 मी० पाठ्यांक लिये गये। फिर लेवल को A—B की सीध में, बिन्दु A से 20 मी० बाहर की तरफ, बिन्दु D पर स्थापित किया गया और गज A व B पर क्रमशः 1·870 व 1·665 मी० पाठ्यांक प्राप्त हुये। गजों पर शुद्ध पाठ्यांक की गणना कीजिये और संधान रेखा (Collimation Line) का समायोजन, यदि आवश्यक हो, कीजिये।

हल : (i) लेवल को बिन्दु C पर स्थापित करने पर, A और B बिन्दुओं में शुद्ध अन्तर (क्योंकि बिन्दु C मध्य में है)— $= 2·350 - 2·125$

$= 0·255$ m, बिन्दु B ऊँचा है।



चित्र 4.52

(ii) लेवल को 20 मी० दूरी पर, बिन्दु D पर स्थापित करने पर—

बिन्दु A और B में आभासी तल अन्तर $= 1·870 - 1·665$

$= 0·204$ m (B ऊँचा है)

क्योंकि A व B के सही तथा आभासी तल अन्तर समान नहीं है, इसलिये संधान रेखा झुकी हुयी है।

A पर प्रेक्षित पाठ्यांक	$= 1·870$	
A व B का तल अन्तर	(–) 0·225	(∵ B ऊँचा है)
B का सम्भावित पाठ्यांक	1·645 m	
परन्तु B पर प्रेक्षित पाठ्यांक	1·665 m	

क्योंकि प्रेक्षित पाठ्यांक (1·665), सम्भावित पाठ्यांक (1·645) से अधिक है, इसलिये संधान रेखा ऊपर उठी हुयी है।

100 मी० में संधान त्रुटि $= 1·665 - 1·645 = 0·020$ मी०

∴ 20 मी० में संधान त्रुटि $= \frac{0·020 \times 20}{100} = +0·004$ मी०

अतः A पर संशोधन $= -0·004$ मी०

बिन्दु B पर संधान त्रुटि $= \frac{0·20 \times 120}{100} = +0·024$ मी०

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

B पर संशोधन $= -0 \cdot 024$ मी०

$\therefore$ A पर संशोधित पाठ्यांक $= 1 \cdot 870 - 0 \cdot 004 = \mathbf{1 \cdot 866\ m}$

B पर संशोधित पाठ्यांक $= 1 \cdot 665 - 0 \cdot 024 = \mathbf{1 \cdot 641\ m}$ **उत्तर**

जाँच—A और B में संशोधित तल अन्तर

$= 1 \cdot 866 - 1 \cdot 641 = 0 \cdot 225$ m, अतः सही है।

§ 4.53. पाणसल की सुग्राहिता (Sensivity of Bubble Tube) :

लेवल उपकरण को क्षैतिज समतल में लाने के लिये पाणसल का सुग्राही (Sensitive) होना आवश्यक है।

पाणसल की नलिका वक्र में होती है (वक्रता की त्रिज्या 10 m से 300 मी० रखी जाती है) और इस पर अंश (निशान) बने रहते हैं। सामान्यतया एक अंश (Division) 2 mm का होता है। बुलबुले के अंशों पर चलने पर पाणसल का अक्ष झुकता है और इसके साथ ही दूरबीन का क्षैतिज अक्ष भी झुकता है।

अतः पाणसल का एक अंश जो कोणीय मान दर्शाता है, उसे पाणसल की सुग्राहिता कहते हैं। 2 mm अंश का कोणीय मान 8 से 45 सैकण्ड होता है।

पाणसल की सुग्राहिता निम्न बातों पर निर्भर करती है—

(i) **पाणसल नलिका की त्रिज्या और व्यास**—पाणसल नलिका की वक्रता की त्रिज्या और व्यास जितना अधिक होगा, पाणसल की सुग्राहिता उतनी ही अधिक होती है।

(ii) **नलिका की भीतरी सतह**—भीतरी सतह जितनी साफ (Smooth) होगी, पाणसल की सुग्राहिता उतनी ही अधिक होती है।

(iii) **बुलबुले की लम्बाई**—वायु-बुलबुले की लम्बाई जितनी अधिक होगी, सुग्राहिता उतनी ही अधिक होती है।

(iv) **द्रव**—नलिका में भरे गये द्रव की श्यानता (Viscosity) और पृष्ठावति (Surface Tension) भी बुलबुले की गति को प्रभावित करती है।

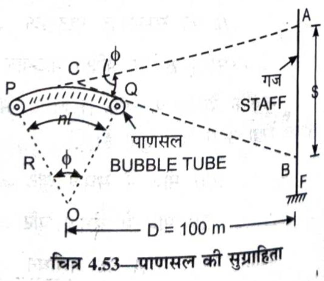
§ 4.45. सुग्राहिता का मापन (Measurements of Sensitiveness of Bubble Tube) :

पाणराल की वक्रता की त्रिज्या अथवा कोणीय मान निम्न प्रकार ज्ञात किया जाता है—

(i) समतल भूमि पर 100 मी० की दूरी पर दो बिन्दु O और F लें। दूरी धातु के फीते से नापें। मान लो यह दूरी D है (चित्र 4.53)।

(ii) बिन्दु O पर लेवल सैट करें और बिन्दु F पर तलेक्षण गज खड़ा करें।

(iii) वल के पाद पेंच को घुमा कर, गसल के बुलबुले को बायें छोर पर लायें और इसका मध्य बिन्दु ज्ञात करें और



चित्र 4.53—पाणसल की सुग्राहिता

गज पर पाठ्यांक भी पढ़ लें। मान लो बुलबुले का मध्य बिन्दु P है और गज पठन AF है।

(iv) अब पाद पेंच को पुनः घुमाकर बुलबुले को दायें छोर पर लायें और इसका मध्य बिन्दु ज्ञात करें और गज पर पाठ्यांक भी पढ़ें। मान लो बुलबुले का मध्य बिन्दु Q है और गज पठन BF है।

अतः बुलबुले का कुल संचालन P से Q होगा।

(v) अब—$D =$ उपकरण से गज की क्षैतिज दूरी,

$R =$ पाणसल की वक्रता की त्रिज्या,

$S =$ गज पाठ्यांकों का अन्तर,

$n =$ अंशों (Divisions) की संख्या (P और Q के मध्य अंशों की संख्या),

$l =$ एक अंश का मान,

$nl =$ बुलबुले का कुल संचालन,

त्रिभुज ACB तथा PQO को समरूपी मानते हुये, $\phi = \frac{PQ}{R} = \frac{nl}{R}$ ...(i)

पुनः $\phi = \frac{AB}{D} = \frac{S}{D}$ ...(ii)

क्योंकि कोण ϕ बहुत छोटा है, (i) = (ii) रखने पर, $\frac{nl}{R} = \frac{S}{D}$ ...(iii)

अथवा $\frac{l}{R} = \frac{S}{nD}$ रेडियन में

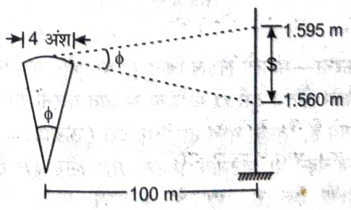
$\frac{l}{R} = \frac{S}{nD} \times (206265)$ सेकण्ड में

नोट—एक रेडियन $= 206265$ सेकण्ड

उदाहरण 4.28 : तलेक्षण गज को 100 मी० की दूरी पर रखते हुये और बुलबुले को मध्य में लाने पर गज पठन 1·560 मी० था। बुलबुले को 4 अंश (Divisions) मध्य से बाहर चलाने पर पुनः पाठ्यांक पढ़ा गया, जो 1·595 मी० था। बुलबुले के एक अंश का मान ज्ञात कीजिये। पाणसल की नलिका की वक्रता की त्रिज्या भी निकालें। एक अंश की लम्बाई 2 mm है।

हल : (i) एक अंश का कोणीय मान ज्ञात करने के लिये, $\phi = \frac{S}{D}$

जहाँ $\phi =$ समान्तरण रेखा का कोणीय विस्थापन (रेडियन में)



चित्र 4.54

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

S = पाठ्यांकों का अन्तर, $1{\cdot}595 - 1{\cdot}560 = 0{\cdot}035$ मी०

D = उपकरण की गज से दूरी $= 100$ मी०

$$\phi = \frac{0{\cdot}035}{100} \text{ रेडियन}$$

$$= \frac{0{\cdot}035}{100} \times 206265 \text{ सैकण्ड}$$

$$= 72 \text{ सैकण्ड}$$

कोण 72 सैकण्ड, चार अंश बुलबुला चलने पर है—

अतः एक अंश का मान, $\frac{72}{4} = \mathbf{18}$ **सैकण्ड** उत्तर

(ii) वक्रता की त्रिज्या के लिये, $\frac{S}{D} = \frac{nl}{R}$

जहाँ nl = बुलबुले द्वारा पार की गयी दूरी,

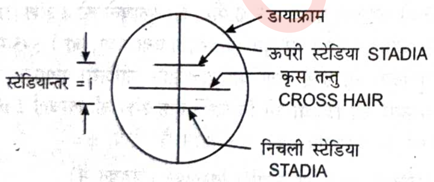
R = वक्रता की त्रिज्या

ज्ञात मान रखने पर, $\frac{0{\cdot}035}{100} = \frac{4 \times 0{\cdot}002}{l}$

$$\therefore \quad R = \frac{4 \times 0{\cdot}002 \times 100}{0{\cdot}035} = 22{\cdot}857 \text{ मी०}$$ उत्तर

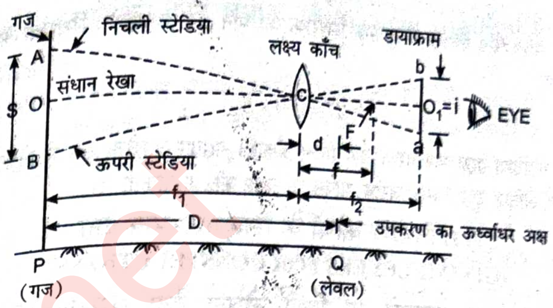
§ 4.55. स्टेडिया द्वारा लेवल यन्त्र से गज स्टेशन की क्षैतिज दूरी ज्ञात करना (To Find Horizontal Distances in Between Level and the Staff Station by Stadia) :

आधुनिक बिम्ब पट (डायाफ्राम) पर क्षैतिज कृसतन्तु (जिसके संदर्भ में गज पर पाठ्यांक पढ़ा जाता है) के अतिरिक्त, दो समान्तर कृसतन्तु, एक ऊपर तथा एक नीचे लगाये जाते हैं, जिन्हें स्टेडिया कहते हैं। स्टेडिया, लेवल उपकरण से गज तक की क्षैतिज दूरी की गणना करने के काम आते हैं (चित्र 4.55)।



चित्र 4.55

क्षैतिज दूरी ज्ञात करना—मानलो लेवल बिन्दु Q पर और गज बिन्दु P पर रखा है (चित्र 4.56) और P व Q के मध्य क्षैतिज दूरी D स्टेडिया से ज्ञात करनी है। इसके लिये डायाफ्राम पर दो स्टेडिया b व a लगाये गये हैं, जिनके मध्य उर्ध्वाधर दूरी (ऊँचाई) $= i$ है। डायाफ्राम के ऊपरी तथा निचले स्टेडिया से गज पढ़ने पर पाठ्यांक क्रमशः BP और AP हैं। इन दोनों पाठ्यांकों का अन्तर $AP - BP = S$ है।



चित्र 4.56

माना CO और CO_1 लक्ष्य लैंस का प्रतियुग्मी फोकस अन्तर (Conjugate Focal Length) है, अर्थात् $CO = f_1$ तथा $CO_1 = f_2$ है और CF लक्ष्य लैंस का फोकस है, अर्थात् $CF = f$ चित्र 4.56 के अनुसार ABC व abc दो समरूपी त्रिकोण हैं।

$$\frac{AB}{ab} = \frac{OC}{O_1C}$$

तथा $$\frac{S}{i} = \frac{f_1}{f_2} \quad \text{...(i)}$$

भौतिक विज्ञान के अनुसार $$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} \quad \text{...(ii)}$$

इसे f_1 से गुणा करने पर, $$\frac{f_1}{f} = 1 + \frac{f_1}{f_2}$$

अथवा $$\frac{f_1}{f_2} = \frac{f_1}{f} - 1$$

$\frac{f_1}{f_2}$ का मान (i) में रखने पर, $$\frac{S}{i} = \frac{f_1}{f} - 1$$

अथवा $$f_1 = \left(\frac{S}{i} + 1\right) f$$

$$f_1 = \frac{fS}{i} + f \quad \text{...(iii)}$$

परन्तु $$D = f_1 + d$$

उपरोक्त में f_1 का मान रखने पर,

$$D = S\left(\frac{f}{i}\right) + (f + d)$$

यहाँ d = लक्ष्य लैंस से उपकरण के मध्य तक दूरी है।

उपरोक्त में $\frac{f}{i}$ को गुणांक स्थिरांक तथा $(f + d)$ को योग स्थिरांक कहते हैं। इन्हें टैकोमीटर स्थिरांक भी कहा जाता है।

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

आई० ओ० पी० लेवल में गुणांक स्थिरांक का मान 100 तथा योग स्थिरांक का मान शून्य लिया जाता है।

$$D = 100 \times S \qquad \ldots(4.13)$$

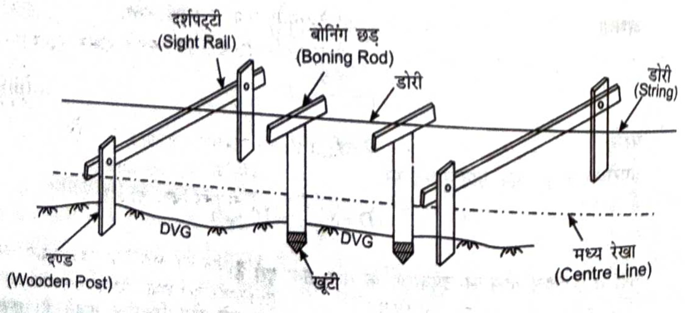
अतः स्टेडिया द्वारा गज पर S का मान (ऊँचाई) पढ़कर उपरोक्त सूत्र से लेवल यन्त्र और गज के मध्य क्षैतिज दूरी, बगैर जरीब मापन के ज्ञात की जा सकती है।

(VI) निर्माण कार्यों के लिए तल-माप देना (GIVING LEVELS FOR CONSTRUCTIONS)

§ 4.56. भवन व सड़कों के लिये लेवल देना (Giving Levels for Buildings and Roads) :

भवनों की नींव तथा सड़कों में निर्माण-स्तर (Formation Level) वांछित तल पर रखने के लिये, मौके पर लेवल-निशान देने होते हैं। निर्माण स्थल पर मृदा **भराई** अथवा **खुदाई** के लिये यह लेवल देने आवश्यक हऐं। यह लेवल किसी स्थानीय (ज्ञात) तल चिन्ह (Bench Mark) के संदर्भ से दिये जाते हैं। लेवल यन्त्रों को निर्माण-क्षेत्र में उपयुक्त जगह पर सैट करके, ज्ञात तल चिन्ह (B.M.) पर गज रखकर इस के संदर्भ में उपकरण-ऊँचाई (H.I.) की गणना कर ली जाती है। अब उपकरण-ऊँचाई से निर्माण-कार्य का वाँछित समानीत तल (Desired R.L.) घटा कर, उस स्थान पर गज-पठन (ऊँचाई/गहराई) का मान ज्ञात कर लिया जाता है। अब लेवल-यन्त्र की दृष्टि-रेखा (Line of sight) सीध पर उपरोक्त गज-पठन का निशान सटाकर गज को थामा जाता है, और गज के ठीक नीचे, इस के पाद को छूती हुई एक मजबूत खूँटी गाढ़ दी जाती है। यदि आवश्यक हो तो स्थल पर कुछ खुदाई अथवा भराई करके, गज की तली का निशान प्राप्त कर लिया जाता हैं। उपरोक्त क्रिया को दोहराते हुये, निर्माण स्थल के अन्य लेवल भी ज्ञात कर लिये जाते हैं। यदि निर्माण-क्षेत्र काफी फैला हुआ है तब बहुरोपण तल मापन अपनाया जा सकता है।

यदि निर्माण स्थल पर खूँटी के विचलित/उखड़ जाने का भय हो, वहाँ पर चिनाई का पायाँ (Pillar) बना देना चाहिये।



चित्र 4.57

§ 4.57. सीवर/नाले की ढाल लगाना (Setting-out Gradient for Sewer/Drains) :

सीवर/नाले में जल-प्रवाह बनाये रखने के लिए, इस की पैंदी (Invert) को उपयुक्त अनुदैर्ध्य ढाल पर रखा जाता है। पैंदी का तल लगाने के लिये स्थानीय तल-चिन्ह (B.M.) का संदर्भ लिया जाता है। पैंदी को वांछित ढाल पर रखने के लिये दर्श-पट्टी (Sight Rail) तथा आर्जव दण्ड (Boning Rod) का प्रयोग किया जाता है। खाई के संरेखण पर थोड़ी-थोड़ी दूरी पर, इस के आर-पार उदग्र स्तम्भ गाड़ कर इन पर आड़ी दिशा में दर्श-पट्टियाँ जड़ दी जाती है। (चित्र 4.57)। दर्श-पटिटयों को आवश्यकतानुसार क्लम्पो द्वारा ऊपर-नीचे सैट किया जाता है ताकि वे सीवर की अनुदैर्ध्य ढाल प्रदर्शित करें। दर्श-पटिटयों के ठीक मध्य पर, इनकी आड़ी दिशा में (सीवर संरेखण पर) एक मजबूत डोरी (या महीन तार) तान दी जाती है, जो सीवर की सत्य अनुदैर्ध्य ढाल दर्शाती है।

अब सीवर की अनुदैर्ध्य ढाल को आर्जव (बोनिंग) दण्ड द्वारा पैंदी पर अन्तरित कर लिया जाता है। आर्जव दण्ड (Boning Rod) T-प्रकार की छड़ होती है, जिस की ऊँचाई, डोरी व सीवर-पैंदी के ऊर्ध्व अन्तर पर समायोजित कर ली जाती है। बोनिंग दण्ड की क्रास-पटटी को जब उपरोक्त डोरी से सटा कर खड़ा किया जाता है, तब इसकी तली (Shoe) उस जगह पर सीवर की पैंदी का तल दर्शाती है। इस प्रकार थोड़ी-थोड़ी दूरी पर सीवर की पैंदी का तल निर्धारित करते जाते हैं, और खुदाई करके सीवर-पाइप बिछाते जाते हैं।

जब सीवर की ढ़ाल में परिवर्तन आता है, तब दर्श-पटियों, डोरी व बोनिंग दण्ड को पुनः समायोजित कर लिया जाता है।

प्रश्नावली—4

1. तलेक्षण किसे कहते है ? इसका उपयोग कहाँ किया जाता है, लिखिये।
2. तलेक्षण की परिभाषा दें और इसके सिद्धान्त लिखें।
3. तलेक्षण में समतल सतह (Level Surface) तथा क्षैतिज सतह (Horizontal Surface) में अन्तर स्पष्ट कीजिये। शान्त झील का पानी कौन-सी सतह प्रदर्शित करती है, लिखिये। *(B.T.E.)*
4. तलेक्षण में निम्न रेखाओं को स्पष्ट करें—
   (i) समतल रेखा, (ii) क्षैतिज रेखा, (iii) ऊर्ध्वाधर रेखा, (iv) दृष्टि रेखा। *(B.T.E.)*
5. तल चिन्ह (B.M.) किसे कहते हैं? यह कितने प्रकार के होते है ? उनमें सबसे अधिक शुद्ध कौन-सा होता है, उत्तर दें। *(B.T.E.)*
6. निम्न की व्याख्या कीजिये— *(B.T.E.)*
   (i) जी०टी०एस० तल चिन्ह (G.T.S.—B.M.), (ii) समानीत तल (R.L.),
   (iii) उपकरण ऊँचाई (H.I.), (iv) निर्देश तल (Datum),
   (v) माध्य समुद्र तल (M.S.L.), (vi) परिवर्तन बिन्दु (C.P.)। *(B.T.E.)*
7. अन्तर स्पष्ट करें—
   (i) पश्च दृष्टि तथा अग्र दृष्टि, (ii) दूरबीन की अक्ष रेखा तथा संधान रेखा,
   (iii) स्थायी तथा अस्थायी तल चिन्ह, (iv) सागर तल तथा औसत सागर तल। *(B.T.E.)*

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

8. पश्च दृष्टि और अग्र दृष्टि का सन्तुलन क्यों आवश्यक है? यह क्षेत्र में कैसे प्राप्त किया जाता है, स्पष्ट उत्तर दें। (B.T.E.)

तलेक्षण उपकरण

9. लेवल कितने प्रकार के होते हैं, उनके नाम लिखिये तथा किसी एक उपकरण का चित्र सहित वर्णन कीजिये। (B.T.E.)
10. डम्पी लेवल का स्वच्छ चित्र बनाकर, उसके मुख्य भागों के नाम लिखें। (B.T.E.)
11. एक इन्जीनियरी लेवल के मुख्य घटकों के नाम दें और उनका प्रकार्य स्पष्ट करें।
12. डम्पी लेवल और झुकाव लेवल में मुख्य भेद स्पष्ट कीजिये। दोनों के गुण-दोष भी लिखिये। (B.T.E.)
13. निम्न तलेक्षण यन्त्रों के बीच संक्षेप में अन्तर समझाये—
    (i) डम्पी लेवल, (ii) वाई लेवल, (iii) झुकाव लेवल। (B.T.E.)
14. एक आधुनिक आई० ओ० पी० (I.O.P.) लेवल का चित्र बनाकर उसके विभिन्न भागों के नाम दें। (B.T.E.)
15. लेवल उपकरण में निम्न का प्रकार्य बताइये—
    (i) पाद पेंच (Foot Screws)
    (ii) फोकसी पेंच (Focussing Screw)
    (iii) केप्स्टन पेंच (Capstan Headed Screw)
    (iv) मन्द गति पेंच (Slow Motion Screw)
    (v) पिल-बक्स पाणसल (Pill Box Bubble)।
16. (i) तलेक्षण गज कितने प्रकार के होते हैं, उनके नाम दें तथा किसी एक गज का चित्र देकर वर्णन करें। (B.T.E.)
    (ii) सामान्य तलेक्षण गज का अल्पतम पाठ्यांक (Least Count) लिखिये।
17. अन्तर स्पष्ट करें—
    (i) टेलीस्कोपी गज तथा मुड़वा गज,
    (ii) टार्गेट गज तथा सीधा गज। (B.T.E.)
18. (i) स्वयम् वाँचित तथा टार्गेट गजों की तुलना कीजिये। इनमें कौन सा गज अधिक प्रयोग में आता है, लिखिये।
    (ii) इनवार परिशुद्ध गज पर प्रकाश डालें। (B.T.E.)
19. तलेक्षण गज को पकड़ते समय क्या-क्या सावधानियाँ बरतनी चाहियें, लिखें।
20. एक 4 मी० लम्बा गज अपने साहुल से 15 सेमी० झुका हुआ था, जब उस पर पाठ्यांक पढ़ा गया। यदि गज-पठन 3·205 मी० हो, तो सही पाठ्यांक की गणना कीजिये।
    (उत्तर : 3·20 मी०)
21. एक लेवल उपकरण में आधारभूत रेखायें (Fundamental Lines) कौन-कौन होती हैं, उनके नाम दें तथा उनके परस्पर सम्बन्ध बताइये। (B.T.E.
22. (i) डम्पी लेवल का अस्थायी समायोजन कैसे किया जाता है, वर्णन करें। (B.T.E.)
    (ii) डम्पी लेवल के सभी सम्बन्धित अक्षों को परिभाषित कीजिये। (B.T.E.)
23. लम्बन (Parallax) किसे कहते हैं? यह कैसे दूर किया जाता है, लिखिये। (B.E.T.)

24. तलेक्षण यन्त्र में बिम्बपट (डायाफ्राम) क्या होता है? चित्र देकर इसका प्रकार्य स्पष्ट करें।
25. (i) फोक्सन क्या होता है? बाहरी तथा भीतरी फोक्सन दूरबीनों पर प्रकाश डालें। (B.E.T.)
    (ii) आपकी दृष्टि में कौन सी फोक्सन दूरबीन उत्तम है? आई० ओ० पी० लेवल यन्त्र में किस प्रकार की दूरबीन फिट की जाती है, लिखिये।
26. निम्नलिखित की रचना चित्र देकर स्पष्ट करें—
    (i) नेत्रिका (Eye Piece), (ii) लक्ष्य काँच (Object Glass),
    (iii) बिम्बपट (Diaphragm), (iv) पाणसल (Bubble Tube)। (B.T.E.)
27. निम्न की सत्यता सिद्ध कीजिये—
    (i) गज पर पाठ्यांक पढ़ते समय पाणसल का बुलबुला अपने मध्य निशान पर रहना चाहिये।
    (ii) पश्च दृष्टि और अग्र दृष्टि की दूरी समान क्यों रखनी चाहिये?
    (iii) परिवर्तन बिन्दु पर दो बार गज-पठन किया जाता है, क्यों?
    (iv) पाठ्यांक पढ़ने से पहले लम्बन (Parallax) का निरास क्यों जरूरी है?
28. निम्नलिखित पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखें—
    (i) समतल रेखा (Level Line), (ii) क्षैतिज रेखा (Horizontal Line),
    (iii) संधान रेखा (Collimation Line)। (B.T.E.)
29. आई० ओ० पी० लेवल से ढाल (Gradient) किस प्रकार लगायी जाती है ? लिखिये।
30. तलेक्षण कार्य में कौन-कौन सावधानियाँ बरतनी आवश्यक हैं? लिखिये।

समानीत तलों की गणना

31. समानीत तल की गणना करने की कितनी विधियाँ हैं, उनके नाम दें और प्रत्येक के गुण-दोष लिखें। (B.T.E.)
32. तलेक्षण कार्य की गणितीय जाँच कैसे की जाती है? लिखिये। (B.T.E.)
33. दो ज्ञात उच्चता वाले तल चिन्ह *A* और *B* के मध्य तलेक्षण किया गया और कुल पश्च दृष्टि 16·665 मी० तथा कुल अग्र दृष्टि 18·855 मी० थी। यदि *A* और *B* की उच्चता क्रमशः 235·285 व 233·135 मी० हो तो कार्य की समापन त्रुटि ज्ञात कीजिये। **(उत्तर : 0·040 मी०)**
34. उपकरण ऊँचाई विधि तथा चढ़ाव-उतार विधि की तुलना कीजिये। आप किसे बेहतर समझते हैं, लिखिये। (B.T.E.)
35. बिन्दु *A* पर पश्च दृष्टि 1·135 m तथा बिन्दु *B* पर अग्र दृष्टि 2·025 m ली गयी। यदि बिन्दु *A* का समानीत तल (R.L.) 235·650 हो तो बिन्दु *B* का समानीत तल ज्ञात कीजिये।
    (उत्तर : 234·760 मी०)
36. नीचे दिये गये गज पाठ्याँक एक निरन्तर ढालू जमीन पर क्रमागत रूप से लिये गये—0·755, 1·545, 3·545, 3·655, 0·525, 1·275, 2·650, 2·895, 1·525, 1·850, 2·675, तथा 3·775 मी०। प्रथम पाठ्यांक एक तल चिन्ह (R.L. 200·00) पर लिया गया। तलेक्षण पृष्ठ पूर्ण कीजिये और स्टेशनों के समानीत तल ज्ञात कीजिये। कार्य की आवश्यक जाँच भी करें। (B.T.E.)
    (उत्तर : उपकरण ऊँचाई 200·755, 202·755, 199·625, 201·00, 199·630, 200·455, समानीत तल—199·210, 198·350, 199·105, 198·105, 197·780, 196·680)।
    जाँच—(Σ B.S. – Σ F.S. = अन्तिम R.L. – प्रथम R.L.)
    (14·995 – 11·67) = (196·680 – 200·000), (– 3·320) = (– 3·320))

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

37. निम्नलिखित गज पाठ्यांक एक लेवल द्वारा क्रमवार लिये गये। तीसरे, छठे तथा आठवें पठन के बाद लेवल उपकरण को हटाया गया। पाठ्यांकों को लेवल पंजी के पृष्ठ पर उतारिये—2·30, 1·60, 0·95, 2·10, 2·90, 1·25, 0·60, 1·955, 1·00, 2·75, मी०। यदि प्रथम बिन्दु के तल चिन्ह का मान 100·00 मी० हो तो अन्य बिन्दुओं के समानीत तल ज्ञात कीजिये। *(B.T.E.)*

(उत्तर : उपकरण ऊँचाई 102·30, 103·45, 102·80, 101·845, समानीत तल (प्रथम को छोड़कर)–100·70, 101·350, 100·55, 102·20, 100·845, 99·095, जाँच–Σ B.S. – Σ F.S., 99·995 – 100·000 = 0·905(–))

38. तलेक्षण कार्य के अन्तर्गत नदी पार करते समय निम्न गज पाठ्यांक लिये गये—4·750, 3·865, (–)1·250, (–)1·400, 3·225, 3·250। तीसरे तथा चौथे पाठ्यांक परिवर्तन बिन्दु पर थे, जो पुल के प्रस्तम्भ पर पढ़े गये। यदि प्रथम स्टेशन पर तल चिन्ह का समानीत तल (R.L.) 100.000 हो तो तलेक्षण पंजी में उपरोक्त पाठ्यांक दर्ज करें और सभी बिन्दुओं के समानीत तल की गणना करें। कार्य की आवश्यक गणितीय जाँच भी लगाये। *(B.T.E.)*

(उत्तर : लुप्त चढ़ाव = 0·885, 5·115, लुप्त उतार = 4·625, 0·025, समानीत तल = 100·885, 106·0, 101·375, 101·350, जाँच = Σ B.S. – Σ F.S. = Σ Rise – Σ Fall = अन्तिम R.L. – प्रथम R.L. = (3·350 – 2·000) = (6·00 – 4·65) = (101·350 – 100·000) अथवा (+1·350) = (+1·350) = (+1·350))

39. एक लेवल से निम्न गज पठन क्रमागत लिये गये। लेवल उपकरण को तीसरे, छठे तथा आठवें पठन के बाद स्थानान्तरित किया गया था—
1·875, 1·535, 2·645, 2·130, 0·165, 1·310, 1·110, 0·110, 3·460, 2·450 (मी०)। चढ़ाव/उतार विधि से ऊपर दिये गये पठनों को लेवल पंजी के पृष्ठ पर उतारें और स्टेशनों के समानीत तल की गणना करें। प्रथम स्टेशन का समानीत तल 100·00 (मी०) मान लें। *(B.T.E.)*

40. एक तलेक्षण कार्य के अन्तर्गत किये गये गज पाठ्यांक निम्न हैं। तलेक्षण पंजी के पृष्ठ को पूर्ण कीजिये तथा कार्य की गणितीय जाँच भी करें।

स्टेशन	गज पठन			चढ़ाव	उतार	समानीत तल (R.L.)	टिप्पणी
	पश्च	मध्य	अग्र				
1	1·630			—	—	150·00	B.M. 1
2		2·455		—	×	×	
3		2·400		×	—	×	
4	2·695		3·500	—	×	×	C.P. 1
5	3·570		2·050	×	—	×	C.P. 2
6		2·500		×	—	×	
7		2·895		—	×	×	
8		3·020		—	×	×	
9			2·670	×	—	×	B.M. 2

(B.T.E.)

(उत्तर : लुप्त चढ़ाव = 0·055, 0·645, 1·070, 0·350, लुप्त उतार = 0·825, 1·100, 0·395, 0·125, लुप्त R.L. = 149·125, 149·230, 148·130, 147·775, 149·845, 149·450, 149·325, 149·675)

जाँच–(ΣB.S. – ΣF.S.) = (Σ Rise – Σ Fall) = (Last R.L.–First R.L.), (9·895 – 8·22) = (2·120 – 2·445) = (149·675 – 150·00), (–0·325) = (–0·325) = (–0·325)।
संकेत—पहले चढ़ाव/उतार के कॉलम भरें, फिर समानीत तलों की गणना करें तथा जाँच करें।)

41. नीचे दी गयी लेवल क्षेत्र-पंजी के पृष्ठ में लुप्त पाठ्यांकों को भरिये।

स्टेशन	गज पठन			चढ़ाव	उतार	समानीत तल	टिप्पणी
	पश्च	मध्य	अग्र				
1	3·285			—	—	332·460	B.M.1
2	2·650			×	×	332·480	C.P.
3		×		—	×	332·275	
4		×		×	—	332·410	
5	1·755		×	—	×	332·170	C.P. 2
6		×		×	—	333·160	
7		×		×	—	333·275	
8	3·175		×	—	×	331·760	
9		×		×	—	331·920	C.P. 3
10	2·150		×	×	—	333·495	C.P. 4
11		×		—	—	333·495	
12			×	—	×	332·925	B.M. 2
योग	×	—	×	×	×	—	

(उत्तर : (i) लुप्त मध्य दृष्टि–2·855, 2·720, 0·765, 0·650, 3·015, 2·150,
(ii) लुप्त अग्र दृष्टि–3·265, 2·960, 2·165, 1·440, 2·720
(iii) लुप्त चढ़ाव–0·020, 0·135, 0·990, 0·115, 0·160, 1·575
(iv) लुप्त उतार–0·205, 0·240, 1·515, 0·570,
(v) जाँच—ΣB.S. = 13·0.15, ΣF.S. = 12·550, Σ चढ़ाव = 2·995, Σ उतार = 2·530 मी०))।

42. एक पुरानी तलेक्षण पंजीका से निम्न पाठ्यांक लिये गये हैं। लुप्त पाठ्यांक की गणना करके पृष्ठ को पूर्ण करें।

स्टेशन	गज पाठ्यांक			चढ़ाव	उतार	समानीत तल	टिप्पणी
	पश्च	मध्य	अग्र				
1	3·125			—	—	×	*B.M.*
2	×		×	1·325	—	125·005	*T.P.*1
3		2·320		—	0·055	×	
4		×		×	—	125·350	
5	×		2·655	—	×	×	*T.P.* 2
6	1·620		3·205	—	2·165	×	*T.P.*3
7		3·625		—	×	×	
8			×	×	—	122·590	Ty. *B.M.*

(B.T.E.)

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(उत्तर : दायें से बायें चलते हुये, लुप्त अंक–123 · 680 (R. L.), 2 · 265, 1 · 80, 124 · 950 (R. L.), 1 · 920, 0 · 40, 1 · 040, 0 · 735, 124 · 615, (R. L.), 122 · 450 (R. L.), 2 · 005, 120 · 445 (R. L.), 1 · 480, 2 · 145, Σ B. S. = 8 · 050, Σ F. S. = 9 · 140, Σ Rise = 3 · 870, Σ Fall = 4 · 960, अन्तिम R. L. = 122 · 590, प्रथम R. L. = 123 · 680)

43. लुप्त पाठ्यांकों की गणना करके, लेवल-पंजी के पृष्ठ को पूर्ण करे।

(लुप्त पाठ्यांक = ×)

स्टेशन	गज पठन मी०			H.I.	समानीत तल मी०	टिप्पणी
	B.S	I.S	F.S.			
1	1·175			×	200·000	B.M.
2		×			198·975	
3		1·470			×	
4	2·000		×	×	198·100	C.P. 1
5		1·900			×	
6		×			197·200	
7	3·500		2·500	201·100	197·600	C.P. 2
8			2·650		×	

(उत्तर : I.S. = 2·200, 2·900, F.S. = 3·075, H.I. = 201·175, 200·100, R.L. = 199·705, 198·200, 198·450)

जांच–Σ B.S. – Σ F.S. = (–) 1·550,

R.L. (अन्तिम स्टेशन) – R.L. (प्रथम स्टेशन) = (–) 1·550)

44. अपनी उत्तर-पुस्तिका के पृष्ठ पर तलेक्षण क्षेत्र पंजी बनाइये तथा निम्नलिखित पाठ्यांक अंकित करें—

(i) R.C. छज्जा के निचले भाग पर B.M. का R.L.= 63·900 मी०

(ii) B.M. पर उल्टे रखे गज का पाठ्यांक = 2·241 मी०

(iii) जमीन पर गढ़ी खूंटी पर रखे गज का पाठ्यांक = 1·134 मी०

(iv) उसी खूंटी पर पश्च दृष्टि = 1·260 मी०

(v) कार्निस की निचली सतह पर उल्टे रखे गज का पाठ्यांक = 4·221 मी०

कार्निस की निचली सतह का R.L. भी ज्ञात कीजिये तथा प्रचलित गणितीय जांच भी कीजिए।

(B.T.E.)

45. एक कारखाने के फर्श का समानीत तल 200·00 मी० है। कारखाने की छत-कैंची का समानीत तल ज्ञात करने के लिये फर्श पर लेबल सैट किया गया और गज पर पाठ्यांक 2·560 मी० प्राप्त हुआ। अब गज को उल्टा थाम कर कैंची की तान-धरन की तली से सटाकर पाठ्यांक लिया गया, जो 2·440 मी० था। कैंची-धरन का समानीत तल ज्ञात कीजिये।

(उत्तर : 205 · 00 मी०)

तलेक्षण वर्गीकरण

46. (i) अन्योन्य तलेक्षण (Reciprocal Levelling) की प्रक्रिया चित्र द्वारा स्पष्ट कीजिये। तथा इसके लाभ लिखिये।

(B.T.E.)

(ii) अन्योन्य तलेक्षण के लाभ लिखिये।

(B.T.E.)

47. अन्योन्य तलेक्षण क्यों और कब अपनाना आवश्यक होता है? लिखिये। यह भूवक्रता व वर्तन के प्रभाव को कैसे समाप्त करता है, उत्तर दें।

(B.T.E.)

48. (i) तलेक्षण कितने प्रकार के होते हैं, उनके नाम दें।

(ii) अन्तर स्पष्ट करें—

(a) अन्योन्य तलेक्षण व उड़न तलेक्षण

(b) साधारण तलेक्षण व बहुरोपण तलेक्षण

(c) जाँच तलेक्षण व परिशुद्ध तलेक्षण

(d) अनुदैर्ध्य तलेक्षण व अनुप्रस्थ तलेक्षण

(B.T.E.)

49. एक नदी के विपरीत किनारों पर दो बिन्दु *A* और *B* हैं। उनके मध्य तल अन्तर ज्ञात करने के लिये, पहले *A* से सटाकर लेवल रखा गया और *A* और *B* पर गज-पठन क्रमशः 2·156 व 3·568 मी० प्राप्त हुआ। अब लेवल को *B* के अति निकट रखकर *A* और *B* पर पुनः गज-पठन किया गया, जो क्रमशः 1·968 व 3·262 मी० पाया गया। *A* और *B* का तल अन्तर ज्ञात कीजिये।

(उत्तर : 1·353 मी०)

50. एक नदी के विपरीत किनारों पर बिन्दु *A* तथा *B* पर तलों का अन्तर ज्ञात करना था। लेवल को बिन्दु A के अति निकट स्थापित करके, बिन्दु *A* और *B* पर गज-पठन किया गया, जो क्रमशः 1·705 m तथा 0·970 m था। अब उपकरण को बिन्दु *B* के अति निकट रखकर *A* और *B* पर पुनः गज-पठन क्रमशः 1·850 m तथा 1·205 m लिया गया। दोनों बिन्दुओं का सत्य तलान्तर ज्ञात कीजिये। *(B.T.E.)*

(उत्तर : बिन्दु B = 0·690 m ऊँचा है)

51. एक नदी के आर-पार तलेक्षण करते समय खूँटी *A* तथा *B*, आमने-सामने के किनारों पर गाड़ी गयी है। उन पर निम्न पाठ्यांक प्राप्त हुये—

लेवल की स्थिति	गज-पठन (मी० में)	
	A पर	*B* पर
A पर	2·145	2·730
B पर	0·585	1·165

यदि *A* का समानीत तल (R.L.) 500·00 मी० हो, तो *B* का समानीत तल की गणना करें।

(B.T.E.)

(उत्तर : 499·417 मी०)

52. एक डम्पी लेवल की संधान रेखा (कॉलीमेशन लाइन) के समायोजन के लिये अन्योन्य तलेक्षण (रिसीप्रोकल लेवलिंग) के सिद्धान्त का उपयोग करते हुये निम्न अवलोकन किये गये—

डम्पी लेबल की स्थिति	A पर गज-पठन	B पर गज-पठन
A	2·315	1·905
B	2·115	1·625

अक्ष रेखा को क्षैतिज बनाने के लिये *A* का गज-पठन ज्ञात कीजिये, जब डम्पी लेवल *B* पर है।

(B.T.E.)

(उत्तर : 2·075 मी०)

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

भूवक्रता व अपवर्तन

53. भूवक्रता (Curvature) तथा अपवर्तन (Refraction) से आप क्या समझते हैं? उपर्युक्त चिह्नों सहित उनके सूत्र लिखिये।

54. तलेक्षण कार्य में भूवक्रता व अपवर्तन का प्रभाव स्पष्ट कीजिये। सामान्य कार्य में इसके प्रभाव को दूर करने के लिये आप क्या उपाय करेंगे, उत्तर दें। *(B.T.E.)*

55. समुद्र के निकट स्थित एक पहाड़ी पर एक प्रकाश बिन्दु स्थापित किया गया है, जो 50 किमी० दूर से देखने पर ठीक क्षैतिज पर दीखता है। प्रकाश बिन्दु की समुद्र तल से ऊँचाई ज्ञात करें।
(उत्तर : 168·25 मी०)

56. एक यात्री समुद्री जहाज के डैक से, जो समुद्र तल से 50 मी० ऊँचा है, 100 किमी० दूर स्थित एक पहाड़ी को ठीक क्षैतिज पर देखता है। पहाड़ी की ऊँचाई ज्ञात कीजिये।
(उत्तर : 356·10 मी०)

57. पश्च व अग्र दृष्टियों का सन्तुलन क्यों आवश्यक है ? यह कैसे किया जाता है ? लिखिये। (B.T.E.)

तलेक्षण समस्यायें तथा त्रुटियाँ

58. तलेक्षण कार्य में मुख्य त्रुटियाँ कौन-कौन सी होती हैं, उनके नाम लिखें तथा उन्हें दूर करने के लिये आप क्या सावधानियाँ लेंगे, लिखिये। *(B.T.E.)*

59. तलेक्षण कार्य में भूलों का ब्यौरा दें तथा उनसे बचने के लिये क्या-क्या सावधानियाँ रखनी चाहियें, लिखिये।

60. तलेक्षण में व्यक्तिगत त्रुटियों का ब्यौरा दें।

61. 16 किमी० की दूरी में चक्री तलेक्षण करते हुये कार्य को उसी तल चिन्ह (B.M.) पर समाप्त किया गया, जहाँ से शुरू किया गया था, परन्तु समापन त्रुटि 0·215 मी० पायी गयी। क्या यह कार्य स्वीकार्य है? उत्तर दें, कार्य की प्रकार सामान्य लें।
(उत्तर : सामान्य कार्य के लिये अनुज्ञेय त्रुटि,
$E = 0{\cdot}025\sqrt{\text{दूरी}} = 0{\cdot}025 \times \sqrt{16} = 0{\cdot}100$ मी० परन्तु समापन त्रुटि 0·215 मी० है, जो इससे काफी अधिक है। अतः कार्य अस्वीकृत किया जाये)।

62. दो स्टेशनों A — B के मध्य अग्र व पश्च दिशाओं में तल मापन कार्य करते हुये, निम्न गज पठन प्राप्त हुये—
(a) A से B की दिशा में जाने पर–
पश्च दृष्टि : 0·865, 1·500, 1·855 अग्र दृष्टि : 2·105, 1·740, 2·350
(b) B से A की दिशा में लौटने पर–
पश्च दृष्टि : 1·230, 2·125, 2·130 अग्र दृष्टि : 0·645, 0·750, 1·925
यदि स्टेशन *A* का समानीत तल 250·610 हो, तो कार्य की समापन त्रुटि ज्ञात कीजिये। गज-पठनों को समायोजित करते हुये परिवर्तन बिन्दुओं पर समानीत तल भी ज्ञात करें।
(उत्तर : समापन त्रुटि –0·010 मी०)

63. निम्न कार्यों के लिये प्रक्रिया स्पष्ट करें—
(i) अधिक ढालू जमीन पर तलेक्षण कैसे किया जाता है?
(ii) टीले पर आप तलेक्षण किस प्रकार करेंगे?
(iii) एक खाई के आर-पार तलेक्षण कार्य कैसे बढ़ायेंगे?
(iv) एक कमरे की छत का समानीत तल कैसे ज्ञात किया जाता है ?
(v) नदी के आर-पार तलेक्षण कार्य कैसे बढ़ाया जाता है ?
(vi) तलेक्षण रेखा पर एक बड़ी झील पड़ रही है। आप कार्य आगे कैसे ले जायेंगे ?
(vii) लेवल के सामने एक ऊँची दीवार खड़ी है। उसके पार तलेक्षण कार्य ले जाने की प्रक्रिया लिखें। *(B.T.E.)*

64. एक निर्माणधीन भवन की नींव का लेवल देने की प्रक्रिया स्पष्ट करें।

65. एक सीवर (Sewer) की पैंदी का तल (Invert Level) कैसे मौके पर लगाया जाता है, संक्षेप में वर्णन करें।

अनुदैर्ध्य व अनुप्रस्थ परिच्छेद

66. अनुदैर्ध्य परिच्छेद (L. Section) तथा अनुप्रस्थ परिच्छेद (Cross Section) में अन्तर स्पष्ट कीजिये तथा उनका उपयोग बताइये। *(B.T.E.)*

67. अनुदैर्ध्य तलेक्षण की प्रक्रिया स्पष्ट करें तथा अंकन विधि (Plotting) पर प्रकाश डालें।

68. एक ग्रामीण सड़क की मध्य रेखा पर 20 मी० के अन्तराल पर निम्न समानीत तल (R.L.) ज्ञात किये गये हैं। सड़क के प्रारम्भ बिन्दु पर निर्माण स्तर, सामान्य भूमि तल से 50 सेमी० ऊपर रखा गया है और सड़क को पूर्ण लम्बाई में 1 in 60 की नीचे को ढाल (Down Grade) दी गयी है।
105·110, 104·350, 104·105, 103·600, 103·010, 102·650, 102·100, 101·750, 100·355, 99·645, स्थानीय सड़क का अनुदैर्ध्य परिच्छेद (L. Section) बनाइये।

स्थायी समायोजन

69. प्रतिवर्तन सिद्धान्त (Principle of Reversal) पर प्रकाश डालें। इस का सर्वेक्षण यन्त्रों पर क्या प्रभाव पड़ता है ? लिखिये।

70. (i) तलमापी की स्थायी व अस्थायी समायोजन में अन्तर स्पष्ट करें। *(B.T.E.)*
(ii) डम्पी लेवल का स्थायी समायोजन करने की विधि लिखें।

71. (i) दो खूँटी विधि क्या होती है ? यह कहाँ प्रयोग की जाती है, स्पष्ट लिखिये।
(ii) स्थायी समायोजन में कौन-कौन आधारभूत रेखाओं को सही करना होता है, लिखिये।

72. डम्पी लेवल के स्थायी समायोजन के लिये दो खूँटियों *A* और *B*, 80 मी० की दूरी पर गाड़ी गयी और लेवल उपकरण को उनके ठीक मध्य में सैट करके गज पठन किया गये, जो क्रमशः *A* और *B* पर पुनः गज पठन किया गया, जो क्रमशः 1·610 m व 1·55 m है। *A* और *B* का शुद्ध तल अन्तर तथा समान्तरण रेखा का झुकाव ज्ञात कीजिये।

73. लेवल को 100 मी० दूरी पर स्थित दो गज स्टेशन *A* तथा *B* के ठीक मध्य बिन्दु पर स्थापित किया गया। गज पर लिये गये पाठ्यांक क्रमशः 1·650 मी० व 1·210 मी० हैं। तदुपरान्त लेवल को *A* व *B* की सीध में, *B* से ठीक 10 मी० पीछे हट कर, एक स्थान पर स्थापित किया गया। अब *A* व *B* के पाठ्यांक क्रमशः 1·405 मी० व 0·935 मी० हैं। उपकरण त्रुटि तथा *A* स्टेशन पर गज के शुद्ध पाठ्यांक की गणना कीजिये। *(B.T.E.)*

74. पाणसल की सुग्राहिता क्या होती है ? यह तलेक्षण कार्य को कैसे प्रभावित करती है, लिखिये। *(B.T.E.)*

75. एक पाणसल का बुलबुला 2 अंश (Division) सरकने पर 30 सैकण्ड का कोण दर्शाता है। एक अंश की चौड़ाई 2 mm है। पाणसल की सुग्राहिता तथा नलिका की त्रिज्या ज्ञात कीजिये।
(उत्तर : सुग्राहिता = 0·133 mm, त्रिज्या = 27·51 mm)

76. एक पाणसल की वक्रता की त्रिज्या ज्ञात करें, यदि उसके एक अंश की चौड़ाई 2 mm हो और एक अंश का कोणीय मान 40 सैकण्ड हो। *(B.T.E.)*

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

5 लघु उपकरण (MINOR INSTRUMENTS)

§ 5.1. लघु उपकरण :

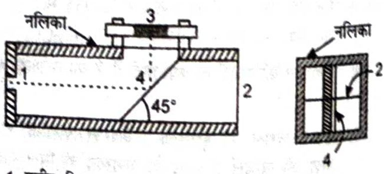
जरीब, दिक्सूचक, लेबल, थियोडोलाइट आदि मुख्य सर्वे-उपकरणों के अन्तर्गत आते है और सर्वेक्षण के लिये सामान्यत: प्रयोग किये जाते हैं, परन्तु प्रारम्भिक सर्वेक्षण तथा कम महत्व के तलेक्षण कार्यों के लिये कुछ लघु उपकरण काफी उपयोगी पाये गये हैं। इन उपकरणों को इस्तेमाल करना सरल है और सर्वेक्षण कार्य भी कम समय में पूरा किया जा सकता है। इनकी बनावट सीधी व सरल प्रकार की होती है और क्षेत्र कार्य में इनकी समय-लेवा समायोजन की आवश्यकता नहीं पड़ती है। आवीक्षण (Reconnaissance) कार्यों में लघु उपकरणों का उपयोग सन्तोषजनक पाया जाता है क्योंकि इस प्रारम्भिक सर्वे में इतनी परिशुद्धता की जरूरत नहीं होती है। कुछ प्रचलित लघु उपकरणों की चर्चा निम्नलिखित है।

1. हस्त तलमापी (Hand Level)
2. ढ़ाल मापी (Clinometers)
   (i) एबनी लेबल (Abney Level)
   (ii) टेंजेन्ट क्लाइनोमीटर या स्पर्शी नतिमापी (Tangent Clinometer)
   (iii) फुट-रूल क्लाइनोमीटर (Foot Rule Clinometer)
   (iv) सीलोन घाट ट्रेसर (Ceylon Ghat Tracer)
3. सेक्सटेन्ट (Sextant)
4. पेन्टाग्राफ (Pantograph)
5. प्लानीमीटर (Planimeter)

विस्तृत वर्णन निम्न है

§ 5.2. हस्त लेवल या हस्त तलमापी (Hand Level) :

यह एक छोटा, काफी हल्का, सुहस्त (Handy) व सरल बनावट का तलमापी (लेवल) है, जिसे हाथ में थाम कर कार्य किया जाता है। हस्त लेवल प्रारम्भिक सर्वेक्षण में बिन्दुओं (Objects) की अनुमानित उच्चता (Elevation) ज्ञात करने के काम आता है। यह उपकरण मोटे तौर पर क्षेत्र में समोच्च रेखायें (Contours) ढूँढने व संचार मार्गों के अनुप्रस्थ परिच्छेद (Cross Sections) लेने के काम भी आता है और आवीक्षण सर्वेक्षण के लिये, जहाँ अधिक परिशुद्धता की आवश्यकता नहीं है, इसका प्रयोग सन्तोषजनक रहता है।



1. महीन छिद्र 2. कृसतन्तु 3. पाणसल 4. दर्पण

चित्र 5.1—हस्त लेवल (Hand Level)

(a) संरचना—हस्त लेवल में मुख्यत: 10 cm से 15 cm लम्बी एक आयताकार (या गोलाकार) नलिका होती है, जिसके ऊपरी भाग पर एक छोटी पाणसल (Bubble Tube) उल्टी स्थिति में लगी होती है। नलिका का एक सिरा बन्द व दूसरा खुला होता है। बन्द सिरे में एक महीन छिद्र (Pin Hole) व खुले सिरे में कृसतन्तु (Cross Wire) लगा होता है। पाणसल के ठीक नीचे, नलिका के शीर्ष में एक छिद्र (अथवा खाँचा) बना होता है तथा इस के भीतर, इस (नलिका) के अक्ष के 45° पर नत एक दर्पण लगा होता है (चित्र 5.1)। यह दर्पण नलिका की आधी चौड़ाई तक ही होता है शेष आधी चौड़ाई से लक्ष्य को देखा जाता है। इस व्यवस्था से उल्टी लगी पाणसल के बुलबुले का प्रतिबिम्ब (Reflection) दर्पण पर दिखाई पड़ता है और नेत्रिका सिरे से कृसतन्तु व लक्ष्य को साधते समय, बुलबुले की स्थिति का पता लग जाता है।

हस्त लेवल के महीन छिद्र (नेत्रिका) तथा कृसतन्तु को मिलाने वाली रेखा को दृष्टि रेखा (Line of Sight) कहते हैं। जब यह रेखा बुलबुले के प्रतिबिम्ब को दर्पण पर काटती हुयी दिखायी पड़े, तब यह पूर्णत: क्षैतिज भी होती है और इस स्थिति में स्टाफ (गज) पर पाठ्यांक लिया जाता है।

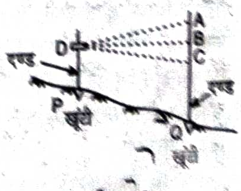
(b) कार्य विधि—हस्त लेवल को बायीं हथेली पर रख कर आँख तल पर लाया जाता है और महीन छिद्र पर आँख लगा कर स्टाफ को देखा जाता है। हथेली को थोड़ा ऊपर-नीचे करने पर, जब दर्पण पर बुलबुले का परावर्तन कृसतन्तु को काटता दिखाई पड़े, स्टाफ पर पाठ्यांक पढ़ लिया जाता है। इस स्थिति में पाणसल का बुलबुला केन्द्र में होगा और दृष्टि रेखा क्षैतिज होगी।

हस्त लेवल को हथैली पर अधिक समय तक रखने पर यह थोड़ा हिल-डुल सकता है और इसे हर बार एक ही ऊँचाई पर पकड़े रखना भी कठिन होता है। इस लिये इस के द्वारा तलमापन इतना परिशुद्ध नहीं हो पाता है। सुविधा के लिये लेवल को उपयुक्त लम्बी छड़ी पर भी टिकाया जा सकता है।

5.2-1. हस्तलेवल का समायोजन (Adjustment) : जब पाणसल का बुलबुला केन्द्र में होता है, तब दृष्टि रेखा (Line of Sight) ठीक क्षैतिज होनी चाहिये। सभी लेवल उपकरणों के ठीक कार्य करने के लिये यह एक अनिवार्य शर्त है। परन्तु प्रयोग में आते-आते यह सम्बन्ध विचलित हो जाता है। तब उपकरण का समायोजन करना पड़ता है। हस्त लेवल की जाँच तथा समायोजन की प्रक्रिया निम्न है—

(a) जाँच :

(i) समतल भूमि पर दो खूंटी (P व Q) लगभग 20 से 30 मी० की दूरी पर गाढ़ दें। यदि पक्का फर्श है, उस पर चाक से निशान दें। (चित्र 5.2)।



चित्र 5.2

(ii) खूँटी Q पर एक दण्ड खड़ा करके, उसकी उचित ऊँचाई पर एक चिह्न (निशान A) लगायें। लेबल यन्त्र को उस तल पर टिकाकर और पाणसल का बुलबुला केन्द्र में रखते हुये, दूसरी खूँटी P पर खड़े किये गये अन्य दण्ड पर, दृष्टि रेखा की सीध पर एक चिन्ह (निशान D) लगा लें।

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(iii) अब उपकरण को खूँटी P पर लायें और दण्ड पर लगे निशान D पर रखे। बुलबुले को पुन: केन्द्र में रखते हुये, दृष्टि रेखा की सीध पर दण्ड Q पर निशान लगायें। माना यह निशान B है। यदि A व B, दोनों निशान समपाती (Coincide) नहीं है, उपकरण को समायोजन की आवश्यकता है।

(b) समायोजन :

(i) दण्ड Q पर उपरोक्त दोनों निशानों A व B का मध्य बिन्दु ज्ञात करें और इस पर निशान लगा दें। माना यह निशान C है।

(ii) अब लेवल उपकरण खूँटी P पर उसी स्थिति में रखते हुये, इसके कृस-तन्तु को ऊर्ध्व तल में, ऊपर अथवा नीचे सरकायें ताकि दृष्टि रेखा निशान C को शुद्धता से काटें। कृष-तन्तु को सरकाने के लिये इसके सिरे पर समायोजन पैंच (Adjustment Screws) लगे होते हैं।

(iii) पाणसल के बुलबुले के केन्द्र में होने की जाँच करें। यदि यह अपने घर में है, उपकरण समायोजित है अन्यथा उपरोक्त प्रक्रिया पुन: दोहरायें।

§ 5.3. टेन्जेंट क्लाइनोमीटर या स्पर्शी नतिमापी (Clinometers) :

क्लाइनोमीटर काफी हल्के, आकार में छोटे, संहत (Compact) व सरल बनावट के उपकरण है, जिनको हाथ में लेकर प्रयोग किया जाता है। ये उपकरण छोटे ढालमापन कार्यो को कम समय में सम्पन्न करने में सन्तोषजनक रहते हैं। क्लाइनोमीटर (i) भूमि की ढाल ज्ञात करने, (ii) ढाल लगाने, (iii) दी गयी ढाल पर विभिन्न बिन्दु स्थापित करने तथा (iv) ऊर्ध्वाधर कोण मापन के काम आते हैं। क्लाइनोमीटर के अन्तर्गत कई उपकरण आते है, जिन में मुख्य के नाम हैं—एबनी लेवल (Abney Level) या एबनी क्लाइनोमीटर, टेंजेन्ट क्लाइनोमीटर (Tangent Clinometer), डी-लिसल क्लाइनोमीटर (De-Lisle Clinometer), फुट रूल क्लाइनोमीटर (Foot Rule Clinometer), सीलोन घाट ट्रेसर (Ceylon Ghat Tracer) इत्यादि। विस्तृत विवरण निम्न है।

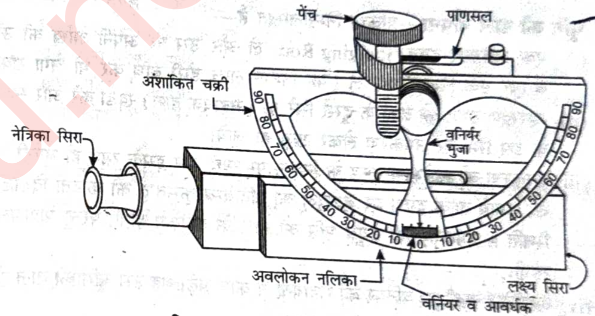
§ 5.4. एबनी लेवल या एबनी क्लीइनोमीटर (Abney Level or Abney Clinometer) :

क्लाइनोमीटर श्रेणी के उपकरणों के एबनी लेवल अधिक प्रयोग में आता है। यह हस्तलेवल का सुधरा हुआ रूप है। हाथ में थाम कर इस से द्रुत गति से कार्य किया जा सकता है। यह उपकरण (i) मोटे तौर पर तलक्षण करने, (ii) जरीब मापन में असम भूमि की ढाल ज्ञात करने, (iii) ऊर्ध्वाधर कोण नापने, (iv) ऊबड़-खाबड़ क्षेत्र का अनुप्रस्थ काट (Cross Section) तैयार करने, (v) समोच्च रेखायें (Contours) खींचने इत्यादि के काम आता है, परन्तु इन्जीनियरी लेवल की तुलना में इस उपकरण की परिशुद्धता कम होती है। एबनी लेवल के वर्नियर के पैमाने को शून्य अंक पर सैट करके, इसे हस्त लेवल (Hand Level) की भाँति प्रयोग किया जा सकता है।

(a) संरचना—

(i) इस उपकरण में एक वर्गाकार अवलोकन नलिका (Sighting Tube) होती है, जिसके एक सिरे पर नेत्रिका (Eye Piece) या छोटी दूरबीन तथा दूसरे सिरे पर, जिसे लक्ष्य सिरा कहते हैं, कृसतन्तु (Cross Wire) लगे होते हैं। कृसतन्तु के कुछ पीछे, नलिका के भीतर, इसके अक्ष के 45° पर नत एक दर्पण लगा होता है। यह दर्पण ट्यूब की आधी चौड़ाई में ही होता है। नत दर्पण के ठीक ऊपर, नलिका में एक खाँचा (Opening) कटा होता है, जिस में से उपकरण के ऊपर उल्टी प्रकार से लगी पाणसल का प्रतिबिम्ब दर्पण पर पड़ता है। नेत्रिका से कृसतन्तु को साधते समय दर्पण में बुलबुले की स्थिति भी देखी जाती है। जब बुलबुला अपनी मध्य स्थिति (Centre) में दिखाई पड़ता है, तब दृष्टि रेखा क्षैतिज होती है।

(ii) ट्यूब के ऊपर एक अर्ध-गोलाकार अंशांकित (Graduated) चक्री लगी होती है, जो स्थिर रहती है। चक्री के ठीक मध्य में शून्य (Zero) और इसके दानों तरफ 90° (अथवा 60°) तक कोणों के निशान बने रहते हैं। कुछ उपकरणों में चक्री की भीतरी फलक पर कोणों के समरूपी ढालों के निशान भी कुदे रहते हैं।



चित्र 5.3—एबनी लेवल (Abney Level)

(iii) उपकरण के ऊपर लगी पाणसल मुख्य नलिका से आबद्ध न होकर, वर्नियर भुजा के साथ जुड़ी होती है। वर्नियर चक्री पर कोण पढ़ने में सहायता करता है। वर्नियर भुजा को एक वर्म पहिये (Worm Wheel) व घुण्डी वाले पेंच (Milled Headed Screw) द्वारा घुमाया जाता है। वर्नियर 10 मिनट की शुद्धता तक पाठ्यांक दर्शाता है। पठन के लिये इस पर आवर्धक (Magnifier) लगा होता है।

जब एबनी लेवल की दृष्टि रेखा नत होती है, तो घुण्डी वाले पेंच को घुमा कर बुलबुले को इस की मध्य स्थिति (Centre) में लाया जाता है। बुलबुले के हरकत करने पर वर्नियर भुजा भी घूमती है और वर्नियर शून्य स्थिति से घूम जाता है। अब वर्नियर को पढ़ने पर दृष्टि रेखा (अर्थात् लक्ष्य) का कोण ज्ञात हो जाता है।

(b) ऊर्ध्वाधर कोण मापना—प्रक्रिया निम्न है—

(i) एबनी लेवल को हाथ में पकड़कर और आँख तल पर रख कर, लक्ष्य को साधे। अब नेत्रिका सिरे से देखते हुये कृसतन्तु से लक्ष्य को भेदें। क्योंकि दृष्टि रेखा झुकी हुयी है, इसलिये पाणसल का बुलबुला मध्य (Centre) में नहीं होगा।

(ii) दृष्टि रेखा बनाये रखते हुये घुण्डी वाले पेंच को घुमायें ताकि बुलबुला अपनी मध्य स्थिति में आ जाये। बुलबुले की हरकत पर वर्नियर भुजा घूमती है और चक्री के शून्य अंक से नयी स्थिति में आ जाती है।

(iii) अब वर्नियर का पाठ्यांक लें, जो लक्ष्य का ऊर्ध्वाधर कोण (निचान अथवा उचान) होगा।

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

ध्यान रहे कि पाठ्यांक लेते समय बुलबुला अपने केन्द्र में व वर्नियर भुजा ठीक ऊर्ध्वाधर होनी चाहिये, दृष्टि रेखा का झुकाव चाहे कुछ भी हो (चित्र 5.4)।

चित्र 5.4—कोण मापन

(c) भूमि की ढाल नापना—प्रक्रिया निम्नलिखित है—

(i) एक आरेखण दण्ड (Ranging Rod) लें और उस पर अपनी आँख की ऊँचाई के बराबर एक निशान लगा लें (यह निशान लाल डोरी बाँध कर भी लगा सकते हैं)।

(ii) आरेखण दण्ड को ढाल के दूसरे सिरे पर (सहायक द्वारा) खड़ा करें और स्वयम् ढाल के इस सिरे पर उपकरण लेकर खड़े हो जायें।

(iii) उपकरण को आरेखण दण्ड के निशान पर साधें और इसके साथ ही घुण्डी वाले पेंच को घुमायें ताकि दर्पण पर बुलबुले का प्रतिबिम्ब कृसतन्तु को काटता दिखाई दे। इस स्थिति में उपकरण की ट्यूब भूमि की ढाल के अनुरूप होगी, परन्तु पाणसल क्षैतिज रहेगी।

(iv) अंशांकित चक्री पर वर्नियर की सहायता से कोण पढ़ें। यह उस भूमि की ढाल होगी।

(d) ढाल-समोच्च रेखा ढूँढना—प्रक्रिया निम्न है—

(i) दी गयी ढाल (Gradient) के अनुरूप कोण की गणना करके, वर्नियर को इस कोण पर अंशांकित चक्री पर सैट कर लें।

(ii) एक आरेखण दण्ड लें और उस पर अपनी आँख की ऊँचाई के बराबर निशान लगा लें।

(iii) स्वयम् प्रारम्भिक बिन्दु (Station) पर उपकरण लेकर खड़े हो जायें और सहायक को ढालू भूमि पर अगले सम्भावित बिन्दु पर आरेखण दण्ड लेकर खड़ा होने को कहें।

(iv) सहायक को आरेखण दण्ड सहित ढाल पर उचान अथवा निचान की तरफ सरकने को कहें, जब तक आरेखण दण्ड पर लगा निशान और उपकरण के दर्पण पर पड़ने वाले बुलबुले का प्रतिबिम्ब कृसतन्तु द्वारा काटते हुये दिखाई न पड़े।

(v) आरेखण दण्ड के पाद और उपकरण स्टेशन को मिलाने वाली रेखा वाँछित ढाल प्रदर्शित करेगी। अब आरेखण दण्ड के पाद पर एक खूँटी गाड़ दें।

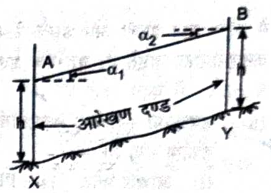
(vi) अब यन्त्र को इस खूँटी पर ले आयें और अगले बिन्दु पर आरेखण दण्ड खड़ा करके उपरोक्त प्रक्रिया दोहरायें और कार्य आगे बढ़ाते जायें।

5.4-1. एबनी लेवल की जाँच तथा समायोजन (Testing and Adjustment)—

जाँच—(i) दो आरेखण दण्ड लें और उन पर समान ऊँचाई पर (प्रेक्षक की आँख को ऊँचाई पर, Say 1·5 मी०) निशान लगा लें (यह निशान लाल डोरी बाँध कर भी लगाये जा सकते हैं)।

(ii) किसी ढालू भूमि पर इन आरेखण दण्डों को 20 से 30 मी० की आपसी दूरी पर खड़ा कर दें (चित्र 5.5)।

(iii) अब उपकरण लेकर, इसे निचले छोर पर लगे आरेखण दण्ड *A* के निशान से सटा कर खड़े हों और उचान पर लगे आरेखण दण्ड *B* के निशान को साधें और वर्नियर पर उचान का कोण (Angle of Elevation) पढ़ें। मान लो यह कोण α_1 है।



चित्र 5.5

(iv) अब उपकरण को उचान वाले आरेखण दण्ड *B* के निशान से सटा कर खड़े हों और निचान वाले आरेखण दण्ड *A* के निशान को साधें और वर्नियर पर निचान का कोण (Angle of Depression) पढ़ें। मान लो यह कोण α_2 है।

(v) यदि दोनों कोण समान हैं अर्थात $\alpha_1 = \alpha_2$ है, तो उपकरण ठीक है अर्थात् जब दृष्टि रेखा क्षैतिज है, बुलबुला मध्य (Centre) में है और वर्नियर शून्य के निशान पर है। यदि दोनों कोणों में अन्तर है, तब उपकरण के समायोजन की आवश्यकता है।

समायोजन—

(i) जब जाँच प्रक्रिया से ज्ञात दोनों कोणों α_1 व α_2 में अन्तर है, तब वास्तविक कोण, इन दोनों कोणों का औसत अर्थात् $\frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}$ होगा।

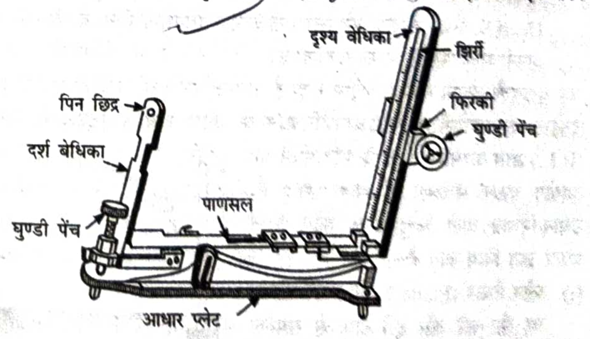
(ii) घुण्डी वाले पेंच को घुमाकर वर्नियर को $\left(\frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}\right)$ के कोण पर सैट करें। ऐसा करने पर पाणसल का बुलबुला मध्य में नहीं रहेगा।

(iii) समायोजन स्क्रू को घुमा कर बुलबुले को मध्य में लायें।

(iv) उपरोक्त प्रक्रिया दोहरायें जब तक समायोजन पूर्ण न हो जाये।

§ 5.6. टेन्जेन्ट क्लाइनोमीटर या भारतीय पेटर्न क्लाइनोमीटर (Tangent Clinometer or Indian Pattern Clinometer) :

टेन्जेन्ट क्लाइनोमीटर बिन्दुओं के ऊर्ध्वाधर कोण तथा उनके टेन्जेन्ट (Tangent) ज्ञात करने के काम आता है। उपकरण की दृश्य वेधिका (Object Vane) की झिर्री के एक तरफ डिग्री



चित्र 5.6—टेन्जेन्ट क्लाइनोमीटर (Tangent Clinometer)

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

में कोण तथा दूसरी ओर इसके समरूपी टेन्जेन्ट के निशान बने होते हैं, इसलिये इसे टेन्जेन्ट क्लाइनोमीटर कहते हैं। यह एक हल्का, हस्त उपकरण है और पटल सर्वेक्षण (Plane Table Survey) में काम आता है।

(a) **उपकरण**—टेन्जेन्ट क्लाइनोमीटर में निम्न वर्णित घटक होते हैं। यह उपकरण चित्र 5.6 में दर्शाया गया है।

(i) **आधार प्लेट** (Base Plate)—उपकरण की आधार प्लेट पीतल या गन-मेटल की बनी होती है, जिसकी तली पर तीन बटन (Ivory Button) लगे होते हैं ताकि उपकरण को ड्राइंग शीट के ऊपर सरकाते समय, इसे (शीट को) क्षति न पहुँचे।

(ii) **बेधिकायें** (Vanes)—आधार प्लेट के ऊपर एक लम्बी क्षैतिज छड़ लगी रहती है, जिसके दोनों सिरों पर कब्जेदार जोड़ द्वारा सिमटने वाली बेधिकायें लगी रहती हैं। दोनों बेधिकाओं के मध्य 20 सेमी० की दूरी रहती है। दर्श बेधिका (Eye Vane) 9 सेमी० ऊँची होती है और इस के ऊपरी सिरे पर एक महीन छिद्र (Pin Hole) बना होता है, जिससे लक्ष्य को देखा जाता है। दृश्य वेधिका (Object Vane) 18 सेमी० ऊँची होती है और इसके मध्य एक खड़ी झिर्री (Slit) कटी होती है। इस झिर्री के बायीं तरफ डिग्री के निशान बने होते हैं; मध्य में शून्य का अंक होता है, जो दर्श वेधिका के नेत्रिका छिद्र के ठीक सामने पड़ता है। शून्य से ऊपर की डिग्री उचान (Elevation) के कोण और इस से नीचे की डिग्री निचान (Depression) के कोण पढ़ने के लिये होती हैं। झिर्री के दायीं ओर डिग्री के समरूपी टेन्जेन्ट (Natural Tangents) के निशान बने रहते हैं।

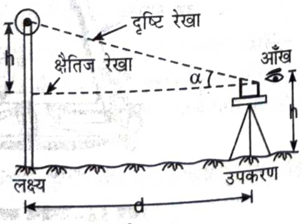
(iii) **फिरकी** (Slide)—दृश्य वेधिका पर एक फिरकी लगी रहती है, जिसकी खिड़की में एक क्षैतिज बाल (Cross Hair) बँधा रहता है। फिरकी दण्ड-चक्री (Rack and Pinion) व घुण्डी वाले पेंच से झिर्री के ऊपर-नीचे सरकायी जा सकती है और कोणों व टेन्जेन्ट के निशान दर्शाने के काम आती है। दर्श बेधिका के नेत्रिका छिद्र और फिरकी के क्षैतिज बाल को मिलाने वाली सीधी रेखा को दृष्टि रेखा (Line of Sight) कहते हैं। जब उपकरण काम में नहीं आ रहा हो तो दर्श व दृश्य बेधिकाओं को आधार पर लिटा देना चाहिये।

(iv) **पाणसल** (Spirit Level)—उपकरण की लम्बी क्षैतिज छड़ के पार्श्व में एक पाणसल लगी होती है। आधार प्लेट के सिरे पर लगे एक घुण्डी वाले पेंच (Milled Head Screw) से छड़ को ऊपर-नीचे उठाया/गिराया जाता है, जिससे बुलबुले को अपनी मध्य स्थिति में लाया जाता है।

जब बुलबुला अपनी मध्य स्थिति में होता है, तब उपकरण की दृष्टि रेखा क्षैतिज होती है।

(b) **टेन्जेन्ट क्लाइनोमीटर से उचान/निचान के कोण तथा बिन्दुओं के समानीत तल (R.L.) ज्ञात करना**–टेन्जेन्ट क्लाइनोमीटर का उपयोग पटल सर्वेक्षण में किया जाता है। उचान/निचान वाले बिन्दुओं के कोण निम्न प्रकार ज्ञात किये जाते हैं—

(i) प्लेन टेबल (Plane Table) को स्टेशन पर सैट करें और इसे ठीक से समतल (Level) कर लें।



चित्र 5.7

(ii) टेन्जेन्ट क्लाइनोमीटर को प्लेन टेबल पर रखें और आधार प्लेट के सिरे पर लगे घुण्डी वाले पेंच को घुमा कर, बुलबुले को मध्य स्थिति में लायें।

(iii) भूमि (अथवा स्टेशन) से दर्श बेधिका के छिद्र (Eye Hole) की ऊँचाई शुद्धता से नाप लें।

(iv) नेत्रिका छिद्र से लक्ष्य को देखते हुये दृश्य बेधिका पर लगी फिरकी को ऊपर-नीचे सरकायें ताकि इसमें लगा क्षैतिज बाल (Cross Hair) लक्ष्य को ठीक काटता नजर आये।

(v) अब बाल की सीध में पड़ने वाले कोण व टेन्जेन्ट के मान पढ़ें। झिर्री के बायीं तरफ उचान/निचान के कोण (डिग्री में) और दायीं तरफ इसके समरूपी टेन्जेन्ट के मान खुदे होते हैं।

(vi) अब लक्ष्य का समानीत तल निम्न प्रकार ज्ञात करें।

मान लो उचान (अथवा निचान) बिन्दु का कोण α है, भूमि (स्टेशन) से नेत्रिका छिद्र की ऊँचाई h है और लक्ष्य, प्लेन टेबल की सैटिंग से d दूरी पर है।

$\therefore$ नेत्रिका छिद्र से लक्ष्य (Object) की ऊँचाई, $h_1 = d \tan \alpha$

प्लेन टेबल स्टेशन से लक्ष्य की ऊँचाई, $H = h + h_1$

$$= h + d \tan \alpha \quad \ldots(5.1)$$

जब d का मान काफी अधिक हो तो भूवक्रता (Curvature) व अपवर्तन (Refraction) के कारण शुद्धि लगानी पड़ती है।

लक्ष्य का समानीत तल (R.L.)—प्लेन टेबल स्टेशन के समानीत तल (R.L.) में दर्श बेधिका के नेत्रिका छिद्र की ऊँचाई व लक्ष्य की ऊँचाई जोड़ कर लक्ष्य का समानीत तल ज्ञात किया जाता है, अर्थात—

$$\text{लक्ष्य का R.L.} = \text{उपकरण स्टेशन का R.L.} + h \pm d \tan \alpha \quad \ldots(5.2)$$

जब α उचान का कोण है, तब $d \tan \alpha$ के पहले (+) का चिन्ह लगायें जब α निचान का कोण है, (–) चिन्ह लगायें।

उदाहरण 5.1—एक लक्ष्य-बिन्दु का समानीत तल (R.L.) ज्ञात करने के लिये पटल सर्वेक्षण की अन्तरछेदन विधि (Method of Resection) तथा टेजेन्ट क्लाइनोमीटर का उपयोग किया गया। उपकरण-स्टेशन से उस बिन्दु की दूरी ड्राईंग-सीट पर 720 मी० मापी गयी। उपकरण स्टेशन का समानीत तल (R.L.) = 220·750 मी० और टेन्जेन्ट क्लाइनोमीटर पर पाठ्यांक +0·035 था, जबकि प्रेक्षक की नेत्रिका की स्टेशन-खूंटी से ऊँचाई 1·40 मी० थीं। लक्ष्य-बिन्दु के लिये भूवक्रता व अपवर्तन के प्रभाव पर विचार करते हुये, इसके समानीत तल की गणना कीजिये।

हल : उपकरण स्टेशन से लक्ष्य बिन्दु की ऊँचाई,

$$H = h + d \tan \alpha + \text{भूवक्रता-अपवर्तन संशोधन} \quad \ldots(\text{सूत्र 5.2 व 4.7})$$

उपरोक्त में प्रश्नानुसार, $h = 1 \cdot 40$ मी०,

$$d = 720 \text{ मी०} \quad \tan \alpha = 0 \cdot 035$$

भूवक्रता-अपवर्तन $= 0.0673 D^2$ मी०

(यहाँ $D =$ दूरी किमी० में ली जाती है)

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

ज्ञात मान रखने पर—

$$H = 1 \cdot 40 + (720 \times 0 \cdot 035) + 0 \cdot 673\left(\frac{720}{1000}\right)^2$$

$$= 1 \cdot 40 + 25 \cdot 2 + 0 \cdot 035 \text{ मी॰} = 26 \cdot 635 \text{ मी॰}$$

$\therefore$ लक्ष्य-बिन्दु का $RL = 220 \cdot 750 + 26.635$

$= 247 \cdot 385$ मी॰

उत्तर

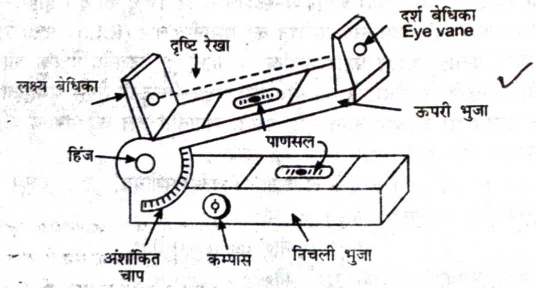
5.5-1. टेन्जेन्ट क्लाइनोमीटर की जाँच व समायोजन (Test and Adjustment)—जब पाणसल का बुलबुला अपनी मध्य (Centre) स्थिति में होता है तो नेत्रिका छिद्र व लक्ष्य बेधिका के शून्य अंक को मिलाने वाली रेखा, क्षैतिज होनी चाहिये। जब यह रेखा क्षैतिज नहीं होती है, तब टेन्जेन्ट क्लाइनोमीटर के समायोजन की आवश्यकता होती है। रेखा के क्षैतिज होने की जाँच करने के लिये, उपकरण से कुछ दूरी पर, इन्जीनियरी लेवल या थियोडोलाइट से क्लाइनोमीटर के नेत्रिका-छिद्र की ऊँचाई के बराबर एक अन्य बिन्दु स्थापित किया जाता है। इन दोनों बिन्दुओं को मिलाने वाली दृष्टि रेखा, लक्ष्य बेधिका के शून्य अंक को भी काटनी चाहिये। यदि ऐसा नहीं है तो उपकरण का समायोजन करें।

घुण्डी वाले पेंच को घुमायें ताकि दृष्टि रेखा उपरोक्त स्थापित बिन्दु को साधे। यह दृष्टि रेखा तब क्षैतिज होगी परन्तु बुलबुला अपनी मध्य स्थिति से खिसक जायेगा। पाणसल के सिरे पर लगे समायोजन पेंच को घुमाकर बुलबुले को मध्य में लायें।

अब बुलबुला भी मध्य स्थिति में है और दृष्टि रेखा भी क्षैतिज है ओर समायोजन की दोनो शर्तें पूरी हो जाती हैं।

§ 5.6. फुट-रूल क्लाइनोमीटर (Foot-Rule Clinometer) :

यह लकड़ी का दोहरा बक्सनुमा फुटा होता है, जिसकी दोनों भुजायें एक ओर के सिरों पर कीलक (हिंज) द्वारा जुड़ी होती हैं (चित्र 5.8)। कीलक के साथ एक अंशांकित चाप (Graduated Arc) भी जुड़ी होती है, जो दोनों भुजाओं के खुलने पर, इनके मध्य विभिन्न स्थितियों में बनने वाले कोणों (Elevations and Depressions) का मापन करती है। प्रत्येक भुजा पर एक-एक पाणसल लगी होती है। निचली भुजा में एक छोटी कम्पास (दिक्सूचक) भी फिट होती है। क्लाइनोमीटर की ऊपरी भुजा में, इसके सिरों पर एक-एक बेधिका (Vane) जुड़ी



चित्र 5.8—फुट-रूल क्लाइनोमीटर (Root-Rule Clinometer)

होती है, जिसके द्वारा लक्ष्य को साधा जाता है। एक नेत्र बेधिका (Eye Vane) और दूसरी लक्ष्य बेधिका (Object Vane) कहलाती है।

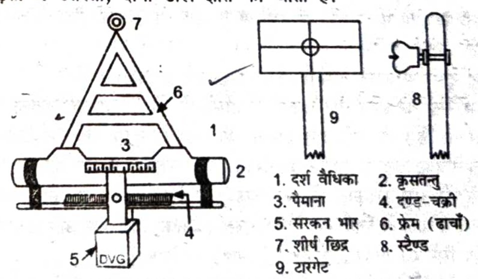
लक्ष्य का कोण मापन के लिये निचली भुजा को दृढ़ आधार अथवा छड़ के सहारे इस प्रकार टिकाकर रखा जाता है ताकि इस भुजा की पाणसल का बुलबुला अपने केन्द्र में आ जाये। अब ऊपरी भुजा धीरे-धीरे ऊपर उठायी जाती है ताकि नेत्रिका से देखने पर दृष्टि रेखा लक्ष्य को काटे। अब अंशांकित चाप (Arc) पर लक्ष्य का कोण पढ़ लिया जाता है।

उतरती ढाल (Falling Gradient) का मापन करने के लिये, निचली भुजा को एक दृढ़ पटरी पर ढाल के अनुरूप रखा जाता है और ऊपरी भुजा को धीरे-धीरे ऊपर उठाया जाता है ताकि इसकी पाणसल का बुलबुला अपने केन्द्र में आ जाये। अब अंशांकित चाप पर उतरती ढाल का कोण पढ़ लिया जाता है।

§ 5.7. सीलोन घाट ट्रेसर (Ceylon Ghat Tracer) :

यह एक सरल प्रकार का ढाल मापी उपकरण है। यह उपकरण भूमि पर ढाल लगाने, ढाल नापने तथा ज्ञात ढाल पर बिन्दु स्थापित करने के काम आता है। पहाड़ी सड़कों के प्रारम्भिक सर्वेक्षण के लिये इस उपकरण का उपयोग सन्तोषजनक रहता है। इससे कार्य तेजी से सम्पन्न होता है।

(a) संरचना—इस उपकरण में एक लम्बी गोलाकार नलिका होती है, जिसके एक सिरे पर महीन छिद्र (Peep Hole) बना होता है, जिसे दर्श बेधिका (Eye Vane) कहते हैं और दूसरे सिरे पर कृसतन्तु (Cross Hair) लगे होते हैं। इसे दृश्य बेधिका (Object Vane) कहते हैं। उपकरण को स्टैण्ड अथवा सीधी छड़ पर लटकाने के लिये, ट्यूब के ऊपर A प्रकार का ढाँचा (Bracket) लगा होता है, जिसके शीर्ष पर एक आलम्बन छिद्र बना रहता है (चित्र 5.9)। ट्यूब पर, इसकी मध्य लम्बाई में एक पैमाना (Scale) खुदा होता है, जिस पर ढालें पढ़ी जाती हैं। पैमाने के मध्य में शून्य का अंक और इसके दोनों तरफ 1IN120 से 1IN6 की ढालों के निशान बने रहते हैं। उपकरण से चढ़ती व उतरती, दोनों ढालें ज्ञात की जाती हैं।



चित्र 5.9—सीलोन घाट ट्रेसर (Ceylon Ghat Tracer)

ट्यूब की तली की तरफ, लगभग 25 mm नीचे एक लम्बी छड़ लगी रहती है, जिस पर एक भार लटका रहता है और दण्ड-चक्री (Rack and Pinion) व्यवस्था से छड़ पर आगे-पीछे सरकाया जा सकता है। भार के ऊपरी सिरे पर एक नोकदार सूचिका लगी होती है, जो पैमाने पर ढाल दर्शाती है।

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

नेत्रिका छिद्र और लक्ष्य सिरे पर लगे कृसतन्तु को मिलाने वाली काल्पनिक रेखा, उपकरण की दृष्टि रेखा कहलाती है। भार की सूचिका जब पैमाने के शून्य अंक पर होती है, तब दृष्टि रेखा क्षैतिज होती है। भार जब नेत्रिका सिरे की तरफ सरक जाता है, तो दृष्टि रेखा उन्नत ढाल (Up-Gradient) दर्शाती है और भार के लक्ष्य सिरे की तरफ सरकने पर दृष्टि रेखा अवनत ढाल (Down-Gradient) बताती है।

(b) उपयोग विधि—जब उपकरण से काम लेना हो तो इसे स्टैण्ड (छड़) से ऊर्ध्वाधर लटकाया जाता है (इसके लिये स्टैण्ड के ऊपरी सिरे पर लगे हुक या बोल्ट को फ्रेम के छिद्र में अटका दिया जाता है)। प्रेक्षण करते समय स्टैण्ड को एक हाथ से सीधा थाम कर रखा जाता है।

घाट ट्रेसर के साथ एक टारगेट (Target or Sight Vane) का उपयोग करना पड़ता है। टारगेट लकड़ी का टी-प्रकार का स्टाफ होता है, जिसकी शीर्ष-पट्टी पर क्षैतिज व ऊर्ध्वाधर रेखाओं द्वारा एक क्रास बना होता है। इस क्रास की ऊँचाई, उपकरण की (जब इसे स्वतन्त्र रूप से स्टैण्ड पर लटकाया जाता है) दृष्टि रेखा की भूमि से ऊँचाई के बराबर होती है (यदि टी-स्टाफ उपलब्ध नहीं है तो आरेखण दण्ड पर उपकरण की दृष्टि रेखा के ऊँचाई के बराबर एक निशान लगा लिया जाता है)।

(c) घाट ट्रेसर से ढाल लगाना (To Set Out a Gradient)—

(i) उपकरण को स्टैण्ड पर लटका कर प्रारम्भिक बिन्दु (Station) पर खड़े हो जायें और सहायक को टारगेट के साथ अगले बिन्दु पर खड़े होने को कहें।

(ii) अब उपकरण के भार को घुण्डी-पेंच द्वारा सरका कर, इसकी सूचिका निर्धारित ढाल पर सैट कर लें और नेत्रिका छिद्र से टारगेट को देखें (प्रेक्षण के दौरान सूचिका अपने निशान से हटनी नहीं चाहिये)।

(iii) सहायक को संकेत दें कि वह टारगेट को सीधा ऊपर अथवा नीचे लाये ताकि उपकरण की दृष्टि रेखा टारगेट के क्रास-बिन्दु को काटती नज़र आये।

(iv) अब इस बिन्दु पर एक खूँटी गाड़ दें, जिसका शीर्ष (Top) टारगेट के पाद को छूता हो।

(v) दोनों बिन्दुओं पर गाड़ी गयी खूटियों के शीर्ष (Top) को मिलाने वाली रेखा निर्धारित ढाल प्रदर्शित करेगी।

(d) घाट ट्रेसर से ढाल नापना (To Measure a Slope)—

(i) जिस रेखा की ढाल ज्ञात करनी है, उपरंकण को स्टैण्ड पर लटका कर, उसके एक छोर पर खड़े हो जायें और टारगेट को रेखा के दूसरे छोर पर रखे।

(ii) अब नेत्रिका छिद्र से टारगेट को देखते हुये, उपकरण के भार को तब तक आगे अथवा पीछे की तरफ सरकाते रहें, जब तक दृष्टि रेखा टारगेट के क्रास बिन्दु को न काटे। [(चढ़ती ढाल के लिये भार नेत्रिका सिरे (प्रेक्षक) की ओर और उतरती ढाल के लिये लक्ष्य सिरे की तरफ (टारगेट की ओर) सरकेगा)]।

(iii) भार की सूचिका ट्यूब पर बने पैमाने के जिस निशान को छूती है, उसका पाठ्यांक पढ़ें। यह उस रेखा की ढाल होगी।

§ 5.8. परावर्ती कोण मापी या सेक्सटेंट (Sextant) :

यह एक सुहस्त व सरल प्रकार का कोण-मापी यन्त्र है जो प्रकाशीय सिद्धान्त पर कार्य करता है। यह प्रकाशीय गुनिया (Optical Square) (अनुच्छेद 2.21) का सुधरा हुआ रूप है।

सेक्सटेन्ट मुख्यत: दो बिन्दुओं के मध्य क्षैतिज कोण मापन के काम आता है। इससे उर्ध्वकोण भी मापे जा सकते हैं। यह यन्त्र इस सिद्धान्त पर आधारित है कि कोई एक प्रकाश-किरण, आपस में किसी कोण पर स्थित दो समतल दर्पणों पर से क्रमिकता सें परवर्तित होने पर, अपनी मूल दिशा के प्रति जो कोण बनाती है, वह दोनों द्रर्पणों के मध्य के कोण से **दो-गुना** होता है, अर्थात् दो दर्पणों के मध्य बनने वाला कोण, दो बिन्दुओं के मध्य वास्तविक कोण का आधा होता है।

सेक्सटेन्ट यन्त्र की विशेषता यह है कि इसके द्वारा प्रेक्षक दो विभिन्न बिन्दुओं को एक साथ, एक ही समय पर देख सकता है। इसके लिये उपकरण के भीतर दो कांच लगे होते हैं, जिनमें एक स्थिर (Fixed) और दूसरा चल-भुजा पर लगा होता है, जिसे घुमाऊ-शीर्ष पेंच (Milled Head Screw) द्वारा संचालित किया जा सकता है। चल भुजा के एक सिरे पर वर्नियर लगा होता है। स्थिर काँच का ऊपरी आधा भाग ही चमकी (दर्पणी) (Silvered) होता है ताकि दोनों बिन्दुओं से प्रकाशीय किरणें (एक सीधी व दूसरी परावर्तित (Reflected) होकर) प्रेक्षक तक पहुँचे। दोनों बिन्दुओं के मध्य बनने वाला कोण वर्नियर पर पढ़ लिया जाता है।

सेक्सटेन्ट निम्न तीन प्रकार के होते हैं—

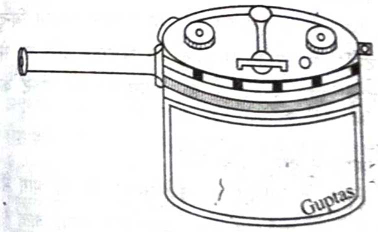
(i) बाक्स सेक्सटेन्ट (Box Sextant),

(ii) समुद्री सेक्सटेन्ट (Nautical Sextant),

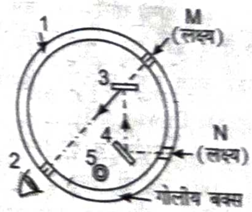
(iii) गभीरता मापक सेक्सटेन्ट (Sounding Sextant)।

समुद्री सेक्सटेन्ट नौसंचालन व खगोलीय प्रेक्षण कार्यों में प्रयोग होता है। गभीरता मापक सेक्सटेन्ट समुद्री सेक्सटेन्ट जैसा ही होता है, परन्तु इस पर बड़ा सूचक काँच (Index Glass) लगा होता है और यह जलराशि सर्वेक्षण (Hydrographical Survey) में काम आता है। बक्स सेक्सटेन्ट का वर्णन निम्न है।

5.8-1. बाक्स सेक्सटेन्ट (Box Sextant)—बाक्स सेक्सटेन्ट उपकरण एक छोटा, गोलाकार बाक्सा (व्यास 80 mm, ऊँचाई 50 mm) होता है, जो क्षेत्र में क्षैतिज व ऊर्ध्व कोण मापन तथा जरीब सर्वेक्षण में अगमन-बिन्दुओं की स्थिति ज्ञात करने के काम आता है। इसके



(i) Box Sextant



(ii)

1. सरकवी प्लेट Sliding Plate
2. नेत्रिका Eye Hole
3. स्थिर कांच Horizon Glass (Half Silvered)
4. सूचक वा चल कांच Index Glass (Movable)
5. समायोजन पेंच (Adjustment Screen)

M, N = लक्ष्य बिन्दु (Objects)

चित्र 5.10—बाक्स सेक्सटेन्ट (Box Sextant)

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

वर्नियर को 90° पर सैट करने पर, यह प्रकाशीय गुनिया (Optical Square) का काम देता है। अत: इसे जरीब सर्वेक्षण के अन्तर्गत भी लिया जाता है।

बाक्स सेक्सटेन्ट के अन्दर दो काँच-एक काँच (Horizontal Glass), जिसका ऊपरी अर्ध-भाग दर्पणी होता है और दूसरा पूर्ण-दर्पणी चलायमान काँच (सूचक काँच Index Glass) लगे होते हैं। सूचक काँच से जुड़ी एक सूचक भुजा होती है, जिसके दूसरे-सिरे पर एक वर्नियर लगा होता है, जो अंशांकित चाप पर कोण पढ़ने में सहायक होता है। सूचक काँच व भुजा को घुमाने के लिये बाक्स पर घुमाऊ-शीर्ष पेंच लगा होता है। वर्नियर पर कोण पढ़ने के लिये, बाक्स में आवर्धक काँच भी लगा रहता है। दूर-स्थित बिन्दुओं से आने वाली किरणों के प्रवेश के लिये बाक्स के पार्श्व में एक छिद्र (Slot) कटा रहता है। किरणों को नेत्रिका से देखा जाता है। दूर-स्थित बिन्दुओं को देखने के लिये दूरबीन भी यन्त्र के साथ लगायी जाती है। तेज धूप में प्रेक्षण करने के लिये उपकरण में रंगी कांच की जोड़ी का प्रावधान भी होता है।

(a) क्षैतिज कोण मापन (Measurement of Horizontal Angle)

(i) उपकरण को दायें हाथ में इस प्रकार थामे कि नेत्रिका (दूरबीन) से दोनों बिन्दु (जिनके मध्य क्षैतिज कोण ज्ञात करना है) व अंशंकित चक्री एक साथ दिखायी दें।

(ii) स्थिर काँच के निचले चमकी-रहित (Un-silvered) भाग से बायें-स्थित बिन्दुओं को लक्ष्यबद्ध करें।

(iii) अब घुमाऊ शीर्ष पेंच को धीरे से ऐसे घुमायें ताकि दायें स्थित बिन्दु का प्रतिबिम्ब तथा बायें-स्थित बिन्दु, दोनों नेत्रिका पर देखने पर, समपाती नजर आने लगे।

(iv) वर्नियर को क्लेम्प कर दें और इस पर पाठयांक पढ़ें, जो दोनों बिन्दुओं के मध्य क्षैतिज कोण होगा।

(b) ऊर्ध्व कोण मापन (Measurement of Vertical Angle)—ऊर्ध्व कोण पढ़ने के लिये सेक्सटेन्ट को ऐसे थामा जाता है कि इसकी अंशांकित चकती ऊर्ध्व समतल में रहे। अब निचले (Lower) बिन्दु को सीधे लक्ष्य करे और फिर घुमाऊ शीर्ष पेंच को घुमायें ताकि उच्च (Upper) बिन्दु का प्रतिबिम्ब निचले बिन्दु के समपाती हो जाये। अब वर्नियर पर पाठ्यांक पढ़ें।

(c) अन्य बातें—(i) जब दोनों बिन्दु भिन्न-भिन्न दूरी पर हों, पहले निकट वाले बिन्दु को स्थिर-काँच पर (चमकीरहित भाग पर) देखें और दूर स्थित बिन्दु का सूचक-काँच पर से होकर आता हुआ परावर्तन (Reflection) देखें। यदि आवश्यक हो, उपकरण को पल्ट के (Upside Down) देखें।

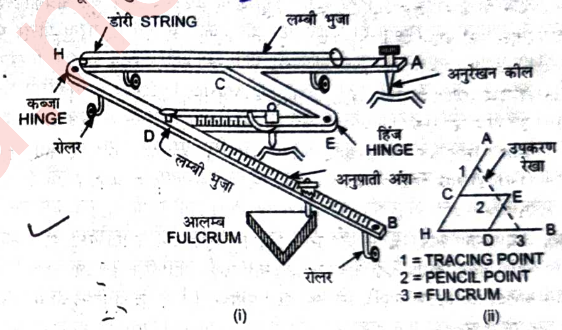
(ii) चमकीले व दूर-स्थित बिन्दु का परावर्तन द्वारा लक्ष्य करें।

(iii) जब दो बिन्दुओं के मध्य कोण 110° से अधिक है, तब कोण को दो भाग में रखकर प्रेक्षण करें। इसके लिये दोनों बिन्दुओं के मध्य आरेखन-दण्ड खड़ा कर लिया जाता है अथवा क्षेत्र के मध्य किसी स्थायी संदर्भ को चुन लिया जाता है। प्रेक्षित दोनों उप-कोणों का योग, दोनों बिन्दुओं के मध्य का कोण होगा।

§ 5.9. अनुरूप चित्रक (पेन्टाग्राफ) (Pantograph) :

पेन्टाग्राफ किसी प्लान को बड़ा/छोटा करने तथा समान आकार का नक्शा बनाने के काम आता है। यह उपकरण समरूपी त्रिभुजों के सिद्धान्त पर कार्य करता है। इससे कार्य बड़ी शीघ्रता से सम्पन्न किया जा सकता है।

उपकरण—पेन्टाग्राफ धातु की वर्गाकार-खण्ड वाली चार नलिकाओं का बना होता है, जो इसकी भुजायें कहलाती हैं। फ्रेम की दो लम्बी भुजायें, *HA* व *HB*, कब्जे (हिन्ज) *H* द्वारा तथा दोनों छोटी भुजायें, *EC* व *ED* हिन्ज *E* द्वारा आपस में जुड़ी रहती हैं। छोटी भुजायें क्रमश: *C* तथा *D* बिन्दु पर, लम्बी भुजाओं से भी आबद्ध रहती हैं (चित्र 5.11)। इस प्रकार यह चारों भुजायें मिलकर एक समान्तर चतुर्भुज (Parallelogram) बनाती हैं, जिसकी चारों भुजायें बराबर होती हैं। अत: उपकरण की किसी भी स्थिति में *CHDE* सदैव एक समान्तर चतुर्भुज ही रहती है। समस्त उपकरण अनेक छोटे-छोटे रोलरों (पहियों) पर टिका रहता है, ताकि यह किसी भी क्षैतिज दिशा में स्वतन्त्रतापूर्वक घुमाया जा सके।



चित्र 5.11—पेन्टाग्राफ (Panta graph)

छोटी भुजा *DE* तथा बड़ी भुजा के अग्र भाग *DB* पर अनुपाती निशान (पैमाना), जैसे $\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}$ खुदे रहते हैं, जिन पर सरकने वाले सूचक लगे रहते हैं। सूचकों को ऊपर वर्णित किसी भी निशान (पैमाना) पर क्लेम्प द्वारा कसा जा सकता है।

उपकरण को स्थिरता प्रदान करने के लिये, लम्बी भुजा *HB* के सिरे पर एक भारी आलम्ब (Fulcrum) लगा रहता है, जिसके प्रति पूरा उपकरण घूमता है। अन्य लम्बी भुजा *HA* के सिरे पर अनुरेखन कील (Tracing point) तथा भुजा *DE* पर पेन्सिल बिन्दु होते हैं। जब उपकरण सही सैट होता है, तो अनुरेखन कील, पेन्सिल बिन्दु तथा फलक्रम, तीनों एक सीधी रेखा पर आ जाते हैं। (जैसा चित्र 5.11-ii में दिखाया गया है)। जब अनुरेखन कील नक्शे की खाली जगह से निकलती है तो एक लीवर व धागे की व्यवस्था से पेन्सिल बिन्दु को शीट से कुछ ऊपर उठा दिया जाता है, ताकि नक्शे पर कोई अनावश्यक रेखा न खिंचने पाये।

उपयोग—उपकरण की अनुरेखन कील को मूल नक्शे के ऊपर घुमाया जाता है, जिसकी अनुपाती प्रतिलिपि पेन्सिल बिन्दु द्वारा अन्य शीट पर बनती जाती है।

मूल नक्शे से छोटा नक्शा बनाने के लिये, अनुरेखन कील तथा पेन्सिल बिन्दु को चित्र में दिखायी स्थिति में रखा जाता है।

जब नक्शे को बड़ा करना हो, तो अनुरेखन कील तथा पेन्सिल बिन्दु की स्थिति आपस में बदल दी जाती है।

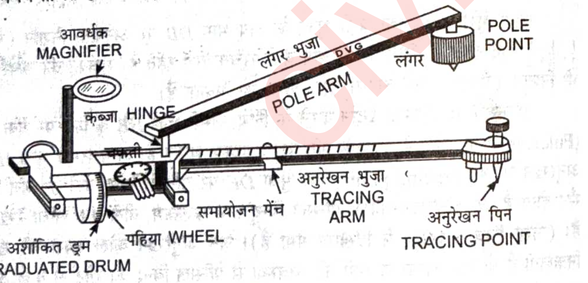
WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

पेन्टाग्राफ अधिकतर नक्शों को छोटा करने के काम आता है। नक्शा बड़ा करने में यह
इतनी परिशुद्धता नहीं देता है। परिशुद्ध कार्य के लिये एक अन्य उपकरण जो इडोग्रफ
(Eidograph) के नाम से जाना जाता है, प्रयोग किया जाता है। यह एक महँगा उपकरण है।
उपरोक्त विधियों से नक्शों को छोटा/बड़ा करने में काफी परिश्रम करना पड़ता है और
समय भी अधिक व्यय होता है। अतः इस कार्य के लिये तथा सत्य प्रतिलिपियाँ बनाने के लिये अब
फोटोग्राफिक विधियाँ अधिक प्रचलित होती जा रही हैं।

§ 5.10. क्षेत्रफल मापी (प्लानीमीटर) (Planimeter) :

प्लानीमीटर से नक्शे पर दिखाये गये किसी भी टेढ़े-मेढ़े क्षेत्र का क्षेत्रफल सुगमता व
परिशुद्धता से निकाला जा सकता है। प्लानीमीटर कई प्रकार के होते हैं, परन्तु पोलर प्लानीमीटर
(Polar Planimeter) अधिक प्रयोग में आता है। पोलर प्लानीमीटर चित्र 5.10 में दिखाया गया है।
यह सन् 1854 में प्रो० जे० अम्सलर लाफन (J. Amsler Laffon) ने विकसित किया था।

(a) रचना—पोलर प्लानीमीटर में मुख्यतः दो भुजायें होती हैं, जो एक कील द्वारा आपस
में जुड़ी (Hinged) होती हैं। छोटी भुजा जिसके मुक्त सिरे पर एक लंगर (Pole) लगा होता है,
लंगर भुजा (Pole Arm) कहलाती है। इस भुजा की लम्बाई स्थिर (Fixed) रहती है। दूसरी लम्बी
भुजा के एक सिरे पर एक अनुरेखन पिन (Tracing Pin) लगी रहती है, अतः इसे अनुरेखन भुजा
(Tracing Arm) कहते हैं। एक सूक्ष्म गति पेंच व क्लेम्प द्वारा अनुरेखन भुजा की कार्यकर
लम्बाई किसी भी पैमाने के लिये समंजित की जा कसती है। अनुरेखन भुजा के दूसरे सिरे की ओर
एक पहिया (Measuring Wheel), जिसका अक्ष अनुरेखन पिन के समान्तर रखा जाता है, लगा
होता है। इस पहिये से जुड़ी एक अंशांकित चकती (Graduated Drum) होती है, जो परिधि पर
100 भागों में विभाजित होतीं है। ड्रम से सटा एक छोटा वर्नियर लगा होता है। वर्नियर ड्रम के एक



चित्र 5.12—पोलर प्लानीमीटर (Polar Planimeter)

भाग के दसवें तक पढ़ा जा सकता है। पहिया जितने चक्र घूमता है, वह एक अंशांकित चकती
(Disc) पर पढ़े जाते हैं। यह चकती गियर व्यवस्था द्वारा पहिये से सम्बन्धित रहती है और पहिये
के 10 चक्र काटने पर चकती एक चक्कर लगाती है। चकती के पास लगे एक स्थिर सूचक
(Index) से यह भी ज्ञात हो जाता है कि चकती का शून्य अंक स्थिर सूचक को कितनी बार पार
कर गया है।

प्लानीमीटर पर चार अंकों तक पाठ्यांक पढ़ा जा सकता है।

(b) प्रकिया—प्लानीमीटर उपकरण तीन बिन्दुओं पर टिका रहता है—

(i) लंगर बिन्दु, (ii) अनुरेखन पिन, तथा (iii) पहिया।

इन तीन में से लंगर बिन्दु स्थिर (Fixed) रहता है। अनुरेखन पिन को नक्शे पर दर्शाये क्षेत्रफल की सीमा पर घुमाया जाता है, जिससे पहिया कभी घूमता है और कभी सरकता या फिसलता है। पहिये के घूमने पर पाठ्यांक प्रभावित होता है, सरकने/फिसलने पर नहीं।

जब नक्शे का क्षेत्रफल छोटा होता है तो लंगर बिन्दु को क्षेत्र से बाहर रखा जाता है। जब यह बड़ा होता है, तो लंगर बिन्दु को क्षेत्र के अन्दर स्थिर किया जाता है।

क्षेत्रफल ज्ञात करने के लिये लंगर बिन्दु को नक्शे (शीट) पर गाड़ (स्थिर) दिया जाता है और अनुरेखन भुजा पर लगे सूचक को नक्शे के पैमाने के अनुसार समायोजित करके, आरेखन पिन को क्षेत्र की सीमा पर दक्षिणावर्त (Clock-wise) चलाया जाता है। अनुरेखन पिन को चलाने से पहले, पहिये पर पाठ्यांक (Initial Reading) नोट कर लिया जाता है। क्षेत्र सीमा पर एक चिन्ह (प्रारम्भ बिन्दु) लगा लिया जाता है। अनुरेखन पिन को पूरे क्षेत्र की सीमा (परिधि) पर घुमा कर उसी बिन्दु पर अन्त किया जाता है और अन्तिम पाठ्यांक (Final Reading) भी पढ़ लिया जाता है।

अब नक्शे का क्षेत्रफल निम्न सूत्र से ज्ञात करते हैं—

$$A = [F - I \pm 10N + C]\ M \qquad \text{...(5.3)}$$

जहाँ A = नक्शे का क्षेत्रफल

M = गुणांक स्थिरांक अथवा प्लानीमीटर स्थिरांक। यह पहिये के एक पूर्ण चक्र का क्षेत्रफल दर्शाता है (यह उपकरण निर्माता द्वारा दिया जाता है)

F = अन्तिम पाठ्यांक (Final Reading)

I = प्रारम्भिक पाठ्यांक (Initial Reading)

N = चकती के शून्य पाठ्यांक (Zero Mark) का स्थिर सूचक (Index) को पार करने की संख्या।

यदि चकती का शून्य अंक सूचक को दक्षिणावर्त दिशा में पार करता है तो (+ve) और वामावर्त दिशा में पार करता है तो (–ve) चिन्ह लगाया जाता है।

C = उपकरण का स्थिरांक। यह स्थिरांक तभी जोड़ा जाता है, जब लंगर बिन्दु क्षेत्र के भीतर रखा गया हो।

जब क्षेत्र काफी बड़ा होता है और लंगर बिन्दु को एक स्थान पर स्थिर करके अनुरेखन पिन को पूरे क्षेत्र की सीमा पर न घुमाया जा सके, तो क्षेत्र को उपयुक्त भागों में बाँट लिया जाता है और प्रत्येक भाग का क्षेत्रफल अलग-अलग ज्ञात करके, सभी को जोड़ लिया जाता है।

(c) शून्य वृत्त (Zero Circle)—शून्य वृत्त (या संशोधन वृत्त) वह वृत्त है, जिसकी परिधि पर यदि अनुरेखन पिन को घुमाया जाये तो प्लानीमीटर का पहिया फिसलता तो रहे, परन्तु घूमे नहीं और पाठ्यांक में भी कोई परिवर्तन न हो। यह तब सम्भव होता है, जब लंगर बिन्दु व पहिये को मिलाने वाली रेखा, अनुरेखन पिन व पहिये को मिलाने वाली रेखा के समकोण आ जायें।

शून्य वृत्त का क्षेत्रफल $M \times C$ के बराबर लिया जाता है। M गुणांक तथा C उपकरण का स्थिरांक लिया जाता है। स्थिरांकों का मान प्रायः अनुरेखन भुजा पर बने पैमाने पर दे रखा होता है।

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

§ 5.11. सावधानियाँ (Precautions while working with Planimeter) :

निम्न सावधानियाँ बरतने पर प्लानीमीटर से शुद्ध परिणाम प्राप्त किये जा सकते हैं—

(i) नक्शा (Plan) पूर्णत: क्षैतिज समतल (बोर्ड/मेज) पर फैलाना चाहिये। इस पर सिलवटें (Folds) नहीं होनी चाहिये।

(ii) यदि नक्शा काफी बड़ा है, उसे दो अथवा अधिक भागों में बांटकर, प्रत्येक भाग का क्षेत्रफल अलग-अलग ज्ञात करके, सब का योग कर लेना चाहिये।

(iii) प्लानीमीटर का अनुरेखण-पिन क्षेत्र-सीमाओं के ऊपर से शुद्धता से गुजरना चाहिये।

(iv) नक्शे का क्षेत्रफल दो बार, अलग-अलग आरम्भिक बिन्दु चुनकर, ज्ञात करना चाहिये और इन दोनों परिणाम का औसत निकालना चाहिये।

(v) किसी बड़ी भूल/त्रुटि से बचने के लिये नक्शे का क्षेत्रफल इसे नापकर अथवा किसी अन्य विधि से ज्ञात कर लेना उत्तम भी रहता है।

उदाहरण 5.2 : एक प्लाट का क्षेत्रफल प्लानीमीटर द्वारा ज्ञात करते समय निम्न आँकड़े प्राप्त हुये—

(i) प्रारम्भिक पाठ्यांक $= 4{\cdot}045$

(ii) अन्तिम पाठ्यांक $= 1{\cdot}545$

(iii) पहिये का एक चक्र का मान $(M) = 100 \text{ cm}^2$

लंगर बिन्दु को क्षेत्र के बाहर रखा गया है। चकती के शून्यांक ने स्थिर सूचक को दक्षिणावर्त दिशा में एक बार पार किया है।

प्लाट का क्षेत्रफल ज्ञात करें, यदि नक्शे का पैमाना 1 cm = 20 m हो। *(B.T.E.)*

हल : क्षेत्रफल, $A = M[F - I \pm 10N + C]$ ...(सूत्र)

जहाँ, $M = 100 \text{ cm}^2$

$F = 1{\cdot}545$,

$I = 4{\cdot}045$

$N = +1$ दक्षिणावर्त दिशा के लिये

$C =$ शून्य, क्योंकि लंगर बिन्दु को क्षेत्र से बाहर रखा गया है

$\therefore \quad A = 100[1{\cdot}545 - 4{\cdot}045 + (10 \times 1) + 0]$

$= 100 \times 7{\cdot}5$

$= 750 \text{ cm}^2$

नक्शे का पैमाना, 1 cm = 20 m.

$\therefore$ प्लाट का क्षेत्रफल $= 750 \times 20 \times 20$

$= 300000 \text{ m}^2 = 30$ हेक्टर **उत्तर**

उदाहरण 5.3 : लंगर बिन्दु को क्षेत्र के अन्दर रखते हुये, प्लानीमीटर से निम्न आँकड़े प्राप्त हुये—

(i) प्रारम्भिक पाठ्यांक $= 4{\cdot}546$

(ii) अन्तिम पाठ्यांक $= 7{\cdot}835$

(iii) पहिये का एक चक्र का मान, $M = 100 \text{ cm}^2$

(iv) उपकरण का स्थिर अंक, $C = 23{\cdot}52$

चकती का शून्यांक स्थिर सूचक को एक बार वामावर्त दिशा में पार करता है। प्लाट का क्षेत्रफल ज्ञात कीजिये।

हल : प्लाट का क्षेत्रफल, $A = M[F - I \pm 10N + C]$ ...(सूत्र)

जहाँ, $M = 100 \text{ cm}^2$

$F = 7{\cdot}835$

$I = 4{\cdot}546$

$N = -1$ (चूँकि चकती की दिशा वामावर्त है)

$C = 23{\cdot}521$

$A = 100[7{\cdot}835 - 4{\cdot}546 - 10(1) + 23{\cdot}521]$

$= 100[3{\cdot}289 - 10 + 23{\cdot}521]$

$= \mathbf{1681 \text{ cm}^2}$ **उत्तर**

प्रश्नावली–5

1. लघु उपकरण किस प्रकार के कार्य के लिये उपयुक्त होते हैं, लिखिये तथा किन्हीं दो लघु उपकरणों के नाम दें, जो तलमापन के काम आ सकते हैं।
2. (i) हस्त लेवल का स्वच्छ चित्र बनाकर, इसकी सरंचना का वर्णन करें।
   (ii) हस्त लेवल से किस प्रकार तलमापन किया जाता है, लिखिये।
3. क्लाइनोमीटर क्या होते हैं? ये किस काम आते हैं, बताइये। किन्ही दो क्लाइनोमीटर के नाम दें।
4. एबनी लेवल किस काम आता है? लिखिये और इसका हस्तमुक्त चित्र खींचिये। *(B.T.E.)*
5. एबनी लेवल से उन्नयन कोण (Angle of Elevation) कैसे नापा जाता है? लिखिये। *(B.T.E.)*
6. एबनी लेवल से ढाल समोच्च रेखायें कैसे डाली जाती हैं? लिखिये।
7. एबनी लेवल की जाँच व समंजन की प्रक्रिया लिखें।
8. भारतीय पेटर्न क्लाइनोमीटर मुख्य रूप से किस काम आता है? इससे कैसे काम किया जाता है, लिखिये। *(B.T.E.)*
9. निम्न पर संक्षिप्त प्रकाश डालें—
   (i) टेन्जेन्ट क्लाइनोमीटर
   (ii) फुट-रूल क्लाइनोमीटर। *(B.T.E.)*
10. टेन्जेन्ट क्लीइनोमीटर से समानीत तल (R.L.) कैसे ज्ञात किया जाता है, लिखिये।
11. सीलोन घाट ट्रेसर का चित्र बनाकर, इसका कार्य स्पष्ट करें। *(B.T.E.)*
12. घाट ट्रेसर में टारगेट किस काम आता है, चित्र देकर स्पष्ट करें।
13. अन्तर स्पष्ट करें—
   (i) हस्त लेवल व एबनी लेवल
   (ii) टेन्जेन्ट क्लाइनोमीटर व सीलोन घाट ट्रेसर।
14. एक प्रस्तावित ग्रामीण सड़क 1 IN 60 की ढाल पर नीचे को जा रही है। आप यह ढाल लगाने के लिये कौन लघु उपकरण इस्तेमाल करेंगे? उसका नाम तथा हस्तमुक्त चित्र दें।

WWW.CIVILGURU.NET

This is the subtitle of PDF, Use long text here.

15. संक्षिप्त टिप्पणी लिखें—
    (i) एबनी लेवल
    (ii) भारतीय पेटर्न क्लाइनोमीटर
    (iii) सीलोन घाट ट्रेसर
    (B.T.E., Pb. B.T.E.)
16. परावर्ती कोणमापी (Sextant) किस काम आता है और कौन सिद्धान्त पर कार्य करता है, स्पष्ट उत्तर दें।
17. अनुरूप चित्रक (पेन्टाग्राफ) किस सिद्धान्त पर कार्य करता है? उपकरण की रचना एक स्वच्छ चित्र खींचकर स्पष्ट कीजिये। *(B.T.E., A.M.I.E.)*
18. किसी नक्शे को छोटा या बड़ा करने के लिये पेन्टाग्राफ की कार्य-प्रणाली समझाइये। *(BTE)*
19. प्लानीमीटर का हस्तमुक्त चित्र देंकर, इसकी कार्य विधि स्पष्ट करें। *(B.T.E.)*
20. प्लानीमीटर में शून्यवर्त (Zero Circle) क्या होता है? इसको गणना में कैसे लिया जाता है? लिखिये। *(B.T.E.)*
21. लंगर बिन्दु को क्षेत्र से बाहर रखते हुये, एक प्लानीमीटर से निम्न आँकड़े पढ़े गये— प्रारम्भिक पाठ्यांक 9·508, अन्तिम पाठ्यांक 2·683, चकती का शून्यांक स्थिर सूचक को एक बार दक्षिणावर्त दिशा से पार करता है। प्लानीमीटर को $M = 100\ cm^2$ (प्राकृतिक पैमाना) पर सैट किया गया है। नक्शे के क्षेत्र का क्षेत्रफल ज्ञात कीजिये। *(Pb. B.T.E.)*

    (उत्तर– 317·5 cm^2)

22. एक प्लानीमीटर से उपलब्ध निम्न आँकड़ों से क्षेत्रफल ज्ञात कीजिये—
    (i) प्रारम्भिक पाठ्यांक = 4·386
    (ii) अन्तिम पाठ्यांक = 8·246
    (iii) $c = 22·122$
    लंगर बिन्दु को क्षेत्र के भीतर रखा गया है। चकती का शून्यांक, स्थिर सूचक को एक बार बामावर्त दिशा में पार करता है। *(Pb B.T.E.)*

    (उत्तर–1598·2 cm^2)

23. लंगर बिन्दु को क्षेत्र के भीतर रखते हुये एक प्लानीमीटर से निम्न आँकड़े प्राप्त हुये—
    प्रारम्भिक पाठ्यांक = 7·528
    अन्तिम पाठ्यांक = 3·261
    चकती का शून्यांक स्थिर सूचक को एक बार वामावर्त दिशा में पार करता है, $M = 100\ cm^2$, $c = 21·0$ अपनाते हुये क्षेत्र का क्षेत्रफल ज्ञात कीजिए, यदि नक्शे की मापनी 1 *IN* 500 $\left(RF = \frac{1}{500}\right)$ हो।

    (उत्तर–1·6833 हेक्टर)

6 भूक्षेत्र संगणना
(COMPUTATION OF LAND)

§ 6.1. भूक्षेत्रफल (Land Areas) :

इन्जीनियरी निर्माण कार्यों के लिये भूमि का क्षेत्रफल ज्ञात करना पड़ता है। जरीब सर्वेक्षण से भूमि का क्षेत्रफल ज्ञात करने में सहुलियत रहती है। क्षेत्रफल तथा आयतन ज्ञात करने के लिये मन्सुरेशन के सूत्र उपयोग किये जाते हैं।

किसी क्षेत्र के क्षेत्रफल का अर्थ है, उस क्षेत्र को क्षैतिज समतल पर प्रक्षेपित करने पर, उसका प्रक्षेपित क्षेत्रफल (Projected area) (चित्र 6.1)।

चित्र 6.1

ढालू सतह की वास्तविक सतह का क्षेत्रफल, उपरोक्त प्रक्षेपित से अधिक हो सकता है। इसलिये जरीब सर्वेक्षण में सभी नापें क्षैतिज समतल में ली जाती हैं।

भूमि का क्षेत्रफल ज्ञात करने के निम्न दो आधार होते हैं—

(a) क्षेत्रीय मापों से सीधे क्षेत्रफल ज्ञात करना।

(b) क्षेत्रीय नक्शों से क्षेत्रफल ज्ञात करना।

(I) क्षेत्रीय मापों से सीधे क्षेत्रफल ज्ञात करना
(Area Calculation Direct from the Field Notes)

§ 6.2. क्षेत्रफल गणना :

क्षेत्रीय मापों से क्षेत्रफल निम्न दो प्रकार से ज्ञात किया जाता है—

(i) गुनिया यन्त्र सर्वेक्षण से क्षेत्रफल की गणना।

(ii) मन्सुरेशन के सूत्रों से क्षेत्रफल की गणना।

वर्णन निम्न है—

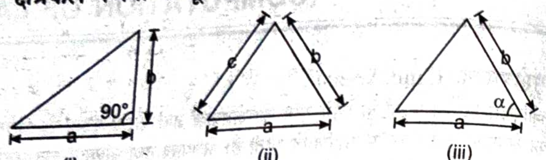
§ 6.3. गुनिया सर्वेक्षण से क्षेत्रफल की गणना (Calculations of Area from Cross Staff Survey) :

किसी भूमि का क्षेत्रीय मापों से सीधे क्षेत्रफल ज्ञात करने के लिये, उस भूमि का गुनिया सर्वेक्षण किया जाता है। सर्वेक्षण से लिये क्षेत्र के बीचों-बीच होती हुयी एक सर्वेक्षण रेखा डाली जाती है और उससे क्षेत्र की सीमा के महत्वपूर्ण बिन्दुओं, मोड़ों, कोनों, झुकाओं तक की दूरी लम्ब डाल कर नाप ली जाती है। लम्ब डालने के लिये गुनिया (Cross Staff) इस्तेमाल किया जाता है। अब इस रेखा के अगल-बगल के क्षेत्र को उपयुक्त समकोण त्रिभुजों (Right Angled Triangles) व समलम्ब चतुर्भुजों (Trapezoids) में बाँट लिया जाता है। अब इन सभी ज्यामितीय आकृतियों का क्षेत्रफल ज्ञात करके जोड़ लिया जाता है, जो क्षेत्र का सम्पूर्ण क्षेत्रफल होता है।

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

जब भूक्षेत्र की बाहरी सीमायें सीधी रेखाओं से बनती हैं और क्षेत्र एक बन्द चंक्रम (Closed Traverse) बनाता है, तो यह विधि सरल पड़ती है। इस विधि द्वारा ज्ञात क्षेत्रफल की परिशुद्धता, क्षेत्र पर लिये गये नापों की शुद्धता पर निर्भर करती है (गुनिया यन्त्र सर्वेक्षण के लिये अनुच्छेद 2.45 देखें)।

§ 6.4. क्षेत्रफल गणना के सूत्र :



चित्र 6.2–त्रिभुज

(i) समकोण त्रिभुज—जब आधार तथा ऊँचाई ज्ञात है। चित्र 6.2 (i)—

$$\text{क्षेत्रफल} = \frac{\text{आधार} \times \text{ऊँचाई}}{2} \quad \ldots(6.1)$$

(ii) जब त्रिभुज की तीनों फलकें ज्ञात हैं। चित्र 6.2 (ii)—

$$= \sqrt{\{s(s-a)(s-b)(s-c)\}} \quad \ldots(6.2)$$

जहाँ, s = त्रिभुज की परिसीमा का आधा मान

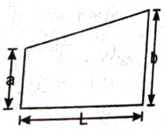
$$= \frac{1}{2}[a+b+c]$$

a, b, c त्रिभुज की भुजायें हैं।

(iii) जब त्रिभुज की दो फलकें और उनके मध्य का कोण ज्ञात है। चित्र 6.2 (iii)—

$$\text{क्षेत्रफल} = \frac{1}{2}\, a \times b \sin\alpha \quad \ldots(6.3)$$

जब $\alpha = 90°$, क्षेत्रफल $= \dfrac{a \times b}{2}$



चित्र 6.3

(iv) समलम्ब चतुर्भुज (चित्र 6.3)—

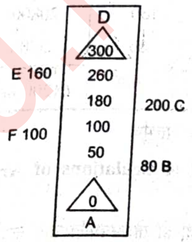
$$= \left(\frac{a+b}{2}\right) \times l \quad \ldots(6.4)$$

नोट : अन्य आकृतियों के लिये लेखक की पुस्तक 'प्राक्कलन, लागत एवं मूल्यांकन' देखें।

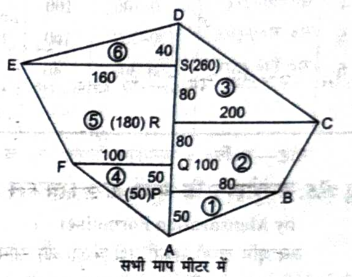
उदाहरण 6.1 : गुनिया यन्त्र सर्वेक्षण द्वारा एक भूक्षेत्र से निम्न आँकड़े (चित्र 6.4) प्राप्त किये गये हैं। क्षेत्र का अंकन कीजिये और क्षेत्रफल भी ज्ञात कीजिये। सभी नाप मीटर में हैं। (B.T.E.)

हल : (a) अंकन (Plotting)—क्षेत्र पंजी में दिये गये विवरण के आधार सर्वप्रथम अंकन करके क्षेत्र का नक्शा बनाया जाता है (चित्र 6.5)। प्रक्रिया इस प्रकार है—

क्षेत्र पंजी के अनुसार जरीब रेखा AD की कुल लम्बाई 300 मी० है, और इसके दायीं ओर 50 मी० व 180 मी० की दूरी पर क्रमशः 80 मी० व 200 मी० के खसके लिये गये हैं। ड्राइंग शीट पर उपयुक्त पैमाना चयन करके रेखा AD खींच लें। अब बिन्दु A से 50 मी० की दूरी पर, दायीं तरफ 80 मी० का लम्ब खसका (उसी पैमाने पर) नाप कर बिन्दु B स्थापित कर लें। पुनः A से 180 मी० (अथवा बिन्दु P से 130 मी०) की दूरी पर दायीं तरफ ही 200 मी० का लम्ब खसका नाप कर बिन्दु C लगा लें। अब $A-B-C-D$ बिन्दुओं को सरल रेखाओं द्वारा क्रमण में मिलायें। यह दायें भाग की क्षेत्र-सीमा का अंकन है। इसी प्रकार बायीं ओर के बिन्दु F और E का स्थापन करें और सभी बिन्दुओं $A-F-E-D$ को सरल रेखाओं से मिला कर बायें भाग की क्षेत्र-सीमा का अंकन पूर्ण कर लें।



चित्र 6.4



चित्र 6.5

अब पूर्ण क्षेत्र की अंकित (Ploted) आकृति को देखने पर स्पष्ट हो जायेगा कि दायें भाग में दो समकोण त्रिभुजें APB व CRD तथा एक समलम्ब चतुर्भुज $BPRC$ (चित्र 6.5) बनती हैं और बायें भाग में भी दो समकोण त्रिभुजें AFQ व ESD तथा एक समलम्ब चतुर्भुज $FQSE$ बनती हैं।

इन ज्यामितीय आकृतियों का क्षेत्रफल निम्न प्रकार ज्ञात किया जाता है।

(b) क्षेत्रफल गणना–

आकृति सं०	आकृति नाम		क्षेत्रफल
1.	समकोण त्रिभुज	$APB = \dfrac{80 \times 50}{2}$	$= 2000 \text{ m}^2$
2.	समलम्ब चतुर्भुज	$BPRC = \left(\dfrac{80+200}{2}\right) \times 130$	$= 18200 \text{ m}^2$
3.	समकोण त्रिभुज	$CRD = \dfrac{120 \times 200}{2}$	$= 12000 \text{ m}^2$
4.	समकोण त्रिभुज	$AFQ = \dfrac{100 \times 100}{2}$	$= 5000 \text{ m}^2$
5.	समलम्ब चतुर्भुज	$FQSE = \left(\dfrac{100+160}{2}\right) \times 160$	$= 20800 \text{ m}^2$
6.	समकोण त्रिभुज	$ESD = \left(\dfrac{160 \times 40}{2}\right)$	$= 3200 \text{ m}^2$
		योग	61200 m^2

उत्तर

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

उपरोक्त आँकड़ों को निम्न तालिका के रूप में भी रखा जा सकता है—

क्रम सं०	आकृति	जरीबी दूरी (m)	आधार (m)	खसका (m)	औसत खसकों का (m)	क्षेत्रफल (m^2)
1.	स० त्रि० *ABB*	0–50	50	80	40	2000
2.	स० च० *BPRC*	50–180	130	80 + 200	140	18200
3.	स० त्रि० *CRD*	180–300	120	200	100	12000
4.	स० त्रि० *AFQ*	0–100	100	100	50	5000
5.	स० च० *FQSE*	100–260	160	100 + 160	130	20800
6.	स० त्रि० *ESD*	260–300	40	160	80	3200
					योग	61200 m^2

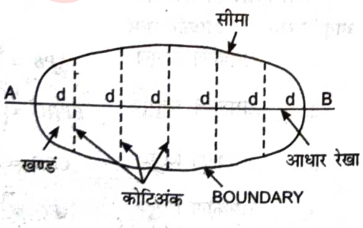
नोट—स०त्रि० = समकोण त्रिभुज, स० च० = समलम्ब चतुर्भुज

§ 6.5. मैन्सुरेशन के सूत्रों द्वारा क्षेत्रफल की गणना (Calculations of Areas by Mensuration Formulae) :

जब भूमि लम्बी संकरी पट्टी में हो और सीमायें वक्र बनाती हों तो क्षेत्रफल ज्ञात करने के लिये निम्न सूत्र प्रयोग किये जाते हैं। सड़क, नहर, रेल पट्टी का क्षेत्रफल इन सूत्रों से ज्ञात किया जा सकता है—

(i) मध्य कोटि अंक नियम (Mid Ordinate Rule)
(ii) औसत कोटि अंक नियम (Average Ordinate Rule)
(iii) समलम्बाभ नियम (Trapezoidal Rule)
(iv) सिम्पसन नियम (Simpson Rule)

क्षेत्रफल ज्ञात करने के उपरोक्त नियमों में, एक आधार रेखा क्षेत्र के बीचों बीच, लम्बाई के समान्तर मानकर, क्षेत्र को बराबर चौड़ाई के खण्डों में बाँट लिया जाता है और उनके सीमा तक कोटिअंक (अभिलम्ब) नाप लिये जाते हैं (चित्र 6.6)।

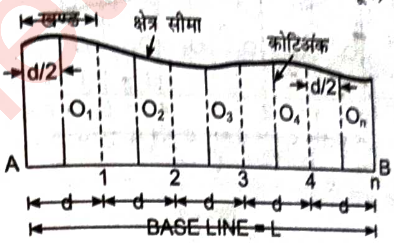


चित्र 6.6

प्रथम तीन नियमों में क्षेत्र की सीमा को खण्ड के छोरों पर सीधी रेखा मान लिया जाता है, जबकि सिम्पसन नियम में इसे परवलयिक लिया जाता है।

(1) मध्य कोटिअंक नियम (Mid Ordinate Rule)—
चित्र 6.7 के अनुसार—

l = आधार रेखा की लम्बाई
n = खण्डों की संख्या, जिनमें आधार रेखा बराबर-बराबर बाँटी गयी है।
d = कोटिअंक के मध्य दूरी (अथवा एक खण्ड की दूरी) $= \frac{l}{n}$



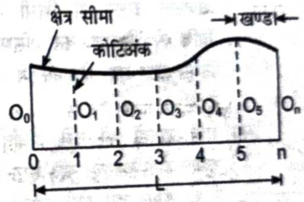
चित्र 6.7

O_1, O_2, O_3 खण्डों के मध्य कोटिअंक (Mid Ordinates) है। (जिनकी ऊँचाई ज्ञात है)।

$\therefore$ **क्षेत्रफल,** $A = (O_1 + O_2 + O_3 + O_4 + O_n) \times d$ ...(6.5)

(2) औसत कोटिअंक नियम (Average Ordinate Rule)—चित्र 6.8 के अनुसार

l = आधार रेखा की लम्बाई
n = खण्डों की संख्या (सभी खण्डों की दूरी बराबर होनी चाहिये)
O_2, O_2, O_3... खण्ड के कोटिअंकों की ऊँचाई



चित्र 6.8

$$\therefore \text{क्षेत्रफल } A = \left(\frac{O_0 + O_1 + O_2 + O_3 + O_4 + O_5 + O_n}{n+1}\right) \times l \quad ...(6.6)$$

(3) समलम्बाभ नियम (Trapezoidal Rule)—इस नियम में दो कोटिअंकों के मध्य स्थित क्षेत्र को समलम्बाभ (Trapezoid) मान लिया जाता है (चित्र 6.9)। यह विधि उपरोक्त वर्णित दोनों विधियों से अधिक परिशुद्ध है।

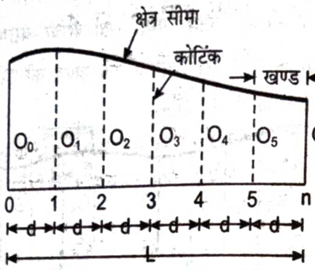
$$\text{क्षेत्रफल } A = \left[\left(\frac{O_0 + O_n}{2}\right) + (O_1 + O_2 + O_3 + O_4 + O_5)\right] \times d \quad ...(6.7)$$

जहाँ, d = एक खण्ड की दूरी
O_0, O_1, O_2 कोटिअंकों की ऊँचाई
ध्यान रहे O_0 प्रथम तथा O_n अन्तिम कोटिअंक हैं।

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(4) **सिम्पसन नियम** (Simpson Rule)—इस नियम के अनुसार दो कोटिअंकों के मध्य स्थित सीमा को परवलय (parabola) की चाप माना जाता है। सिम्पसन विधि से ज्ञात क्षेत्रफल उपरोक्त तीनों विधियों से अधिक परिशुद्ध होता है।



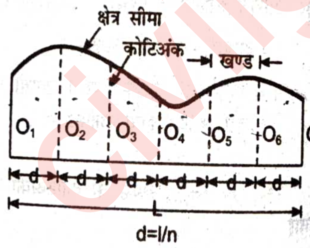
चित्र 6.9

शर्तें—सिम्पसन नियम लागू करने के लिये निम्न शर्तों का अनुपालन करना होगा—

(i) खण्डों की संख्या सम (even) रखी जाये अर्थात् कोटिअंकों की संख्या विषम (odd) होनी चाहिये। (यदि आधार रेखा के चार खण्ड हैं तो कुल कोटिअंक पाँच होंगे)।

(ii) यदि खण्डों की संख्या विषम (odd) है, तो अन्तिम खण्ड का क्षेत्रफल अलग से किसी अन्य विधि से निकाल कर, सिम्पसन नियम द्वारा ज्ञात क्षेत्रफल में जोड़ दें।

(iii) सभी खण्डों की दूरी अर्थात् d समान होनी चाहिये। यदि ऐसा नहीं है तो समान दूरी वाले खण्डों को एक वंश (ग्रुप) में ले आयें और विभिन्न वंशों (ग्रुपों) का क्षेत्रफल अलग-अलग ज्ञात करके, सब का योग कर लें।



चित्र 6.10

$$\text{क्षेत्रफल,} \quad A = \frac{d}{3}\,[(O_1 + O_n) + 2(O_3 + O_5) + 4(O_2 + O_4 + O_6))] \quad ...(6\cdot8)$$

जहाँ, d = खण्डों की समान दूरी। खण्डों की कुल संख्या सम (even) होनी चाहिये।

$O_1, O_2, O_3 ...$ कोटिअंकों की ऊँचाई

उपरोक्त सूत्र को इस प्रकार भी व्यक्त किया जाता है—

$$\text{क्षेत्रफल,} \quad A = \frac{d}{3}\left[\begin{matrix}\text{प्रथम व अन्तिम}\\ \text{कोटिअंकों का जोड़}\end{matrix}\right] + 2\left[\begin{matrix}\text{शेष विषम}\\ \text{कोटिअंकों का जोड़}\end{matrix}\right] + 4\left[\begin{matrix}\text{सभी सम}\\ \text{कोटिअंकों का जोड़}\end{matrix}\right]$$

अथवा
$$\text{क्षेत्रफल} = \frac{d}{3}\,[Z + 2O + 4E] \quad ...(6\cdot9)$$

जहाँ, d = खण्डों का समान अन्तराल

Z = प्रथम तथा अन्तिम कोटिअंकों का जोड़

O = शेष विषम कोटिअंकों का जोड़

E = सम कोटिअंकों का जोड़

उदाहरण 6.2 : एक सर्वेक्षण रेखा और टेढ़ी-मेढ़ी सीमा के बीच घिरे हुये भूक्षेत्र का क्षेत्रफल ज्ञात कीजिये, यदि 8 मी० के समान अन्तराल पर लिये गये खसकों की लम्बाई निम्न हो—

0, 2·5, 3·4, 3·4, 2, 1·75, 1·5 मी०। *(B.T.E.)*

हल : इस उदाहरण को हम ऊपर सुझाये गये चारों नियमों से हल करके क्षेत्रफल ज्ञात करते हैं और परिणामों की तुलना करेंगे।

(i) **मध्य कोटिअंक नियम** (Mid Ordinate Rule) **के अनुसार क्षेत्रफल—**

$$\text{क्षेत्रफल,} \quad A = (O_1 + O_2 + O_3 + O_4 + O_5 + O_6) \times d$$

क्योंकि प्रश्न में मध्य कोटिअंक नहीं दे रखे हैं, अतः हम इस प्रकार ज्ञात करते हैं—

$$O_1 = \frac{0 + 2\cdot5}{2} = 1\cdot25 \text{ m}$$

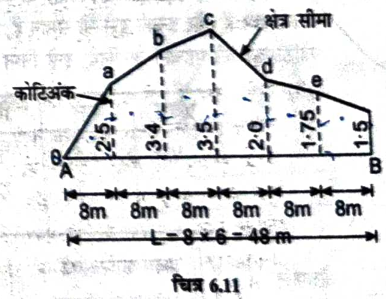
$$O_2 = \frac{2\cdot5 + 3\cdot4}{2} = 2\cdot95 \text{ m}$$

$$O_3 = \frac{3\cdot4 + 3\cdot5}{2} = 3\cdot45 \text{ m}$$

$$O_4 = \frac{3\cdot5 + 2\cdot0}{2} = 2\cdot75 \text{ m}$$

$$O_5 = \frac{2\cdot0 + 1\cdot75}{2} = 1\cdot875 \text{ m}$$

$$O_6 = \frac{1\cdot75 + 1\cdot50}{2} = 1\cdot625 \text{ m}$$



चित्र 6.11

$$\therefore \quad A = [1\cdot25 + 2\cdot95 + 3\cdot45 + 2\cdot75 + 1\cdot875 + 1\cdot625] \times 8$$
$$= 13\cdot90 \times 8$$
$$= \mathbf{111\cdot20 \ m^2}$$

उत्तर

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

(ii) औसत कोटिअंक नियम (Average Ordinate Rule) **के अनुसार क्षेत्रफल–**

$$\text{क्षेत्रफल, } A = \left(\frac{O_0 + O_1 + O_2 + O_3 + O_4 + O_5 + O_n}{n+1}\right) \times l$$

ज्ञात मान रखने पर,

$$A = \left[\frac{0 + 2{\cdot}5 + 3{\cdot}4 + 3{\cdot}5 + 2 + 1{\cdot}75 + 1{\cdot}5}{6+1}\right] \times 48$$

$$= \frac{14{\cdot}65}{7} \times 48$$

$$= \mathbf{100{\cdot}46\ m^2}$$

उत्तर

(iii) समलम्बाभ नियम (Trapezoidal Rule) **के अनुसार क्षेत्रफल–**

$$\text{क्षेत्रफल, } A = \left[\left(\frac{O_0 + O_n}{2}\right) + (O_1 + O_2 + O_3 + O_4 + O_5)\right] \times d$$

$$= \left[\left(\frac{0 + 1{\cdot}5}{2}\right) + (2{\cdot}5 + 3{\cdot}4 + 3{\cdot}5 + 2 + 1{\cdot}75)\right] \times 8$$

$$= [0{\cdot}75 + 13{\cdot}15] \times 8$$

$$= 13{\cdot}90 \times 8$$

$$= \mathbf{111{\cdot}20\ m^2}$$

उत्तर

(iv) सिम्पसन नियम (Simpson Rule) **के अनुसार क्षेत्रफल**—क्योंकि प्रश्न में खण्डों की संख्या सम है और इनकी दूरी भी समान है, अतः सिम्पसन नियम लागू किया जा सकता है। कोटिअंकों की पहचान के लिये, इन्हें निम्न रूप में लिखते हुये—

प्रथम	सम	विषम	अन्तिम
0	2·5	3·4	1·5
	3·5	2·0	
	1·75	—	

$$\text{क्षेत्रफल, } A = \frac{d}{3}\left[\left(\begin{matrix}\text{प्रथम कोटिअंकों +}\\ \text{अन्तिम कोटिअंक}\end{matrix}\right) + \left(\begin{matrix}\text{शेष विषम}\\ \text{कोटिअंक}\end{matrix}\right) + 4\left(\begin{matrix}\text{सभी सम}\\ \text{कोटिअंक}\end{matrix}\right)\right]$$

$$A = \frac{8}{3}[(0 + 1{\cdot}5) + 2(3{\cdot}4 + 2{\cdot}0) + 4(2{\cdot}5 + 3{\cdot}5 + 1{\cdot}75)]$$

$$= \frac{8}{3}[1{\cdot}5 + 10{\cdot}8 + 31]$$

$$= \frac{8}{3} \times 43{\cdot}3$$

$$= \mathbf{115{\cdot}47\ m^2}$$

उत्तर

तुलना—

नियम	I	II	III	IV
उत्तर (वर्ग मी०)	111·20	100·46	111·20	115·47

अतः सिम्पसन विधि से अधिक शुद्ध क्षेत्रफल ज्ञात होता है।

उदाहरण 6.3 : एक जरीब रेखा से टेढी-मेढ़ी सीमा रेखा पर 10 मी० के अन्तराल पर खसके लिये गये हैं, जो निम्न हैं : 0, 2·85, 3·95, 6·45, 8·90, 5·24 तथा 0 मी०।

जरीब रेखा तथा वक्र सीमा से घिरी हुयी भूमि का क्षेत्रफल सिम्पसन के सूत्र से ज्ञात कीजिये। *(B.T.E.)*

हल : क्योंकि प्रश्न में खण्डों की संख्या सम (खसकों की विषम) है और उनके मध्य अन्तर भी बराबर हैं, अतः सिम्पसन नियम से क्षेत्रफल ज्ञात किया जा सकता है।

कोटिअंकों को निम्न खानों में रखते हुये—

प्रथम	सम	विषम	अन्तिम
0	2·85	3·95	0
	6·45	8·90	
	5·24	—	

$$\text{क्षेत्रफल, } A = \frac{d}{3}[Z + 2O + 4E] \quad \text{...(सूत्र)}$$

जहाँ, $d = 10$ m

Z = प्रथम तथा अन्तिम कोटिअंकों का जोड़

$= 0 + 0 = 0$

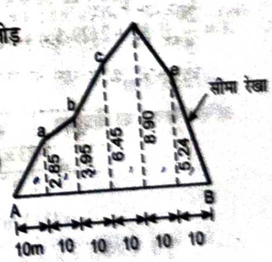
O = विषम कोटिअंकों का जोड़

(प्रथम तथा अन्तिम को छोड़कर)

$= 3{\cdot}95 + 8{\cdot}90 = 12{\cdot}85$

E = सम कोटिअंकों को जोड़

$= 2{\cdot}85 + 6{\cdot}45 + 5{\cdot}24 = 14{\cdot}54$



चित्र 6.12

$$\therefore \quad A = \frac{10}{2}[0 + (2 \times 12{\cdot}85) + (4 \times 14{\cdot}54)]$$

$$= \frac{10}{3} \times 83{\cdot}86$$

$$= \mathbf{279{\cdot}53\ m^2}$$

उत्तर

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

उदाहरण 6.4 : जरीब सर्वेक्षण के अन्तर्गत एक जरीब रेखा से सीमा के कंटीले तार तक निम्न खसके लिये गये हैं—

जरीब दूरी (m)	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180
खसका (m)	0	5·49	9·14	8·53	10·67	12·50	9·75	4·57	1·83	0

जरीब रेखा और तार के मध्य स्थित भूमि का क्षेत्रफल सिम्पसन विधि द्वारा ज्ञात कीजिये। *(B.T.E.)*

हल—सिम्पसन विधि से क्षेत्रफल ज्ञात करने के लिये यह आवश्यक है कि खसकों (कोटिअंकों) की संख्या विषम होनी चाहिये, जबकि प्रश्न में इनकी संख्या सम है। अत: यह विधि प्रथम 9 खसकों तक ही लागू होगी। अन्तिम खण्ड का क्षेत्रफल अलग से ज्ञात करके जोड़ना होगा।

क्षेत्रफल, $A = \frac{d}{3}[Z + 2O + 4E]$ ...(सूत्र)

यहाँ, $d = 20$ m (खसकों का अन्तराल)

Z = प्रथम तथा अन्तिम खसकों का जोड़

$= 0 + 1{\cdot}83 \text{ m} = 1{\cdot}83$ m (प्रथम नौ खसकों के लिये)

O = शेष विषम खसकों का जोड़

$= 9{\cdot}14 + 10{\cdot}67 + 9{\cdot}75 = 29{\cdot}56$ m

E = सभी सम खसकों का जोड़

$= 5{\cdot}49 + 8{\cdot}53 + 12{\cdot}50 + 4{\cdot}57 = 31{\cdot}09$ m.

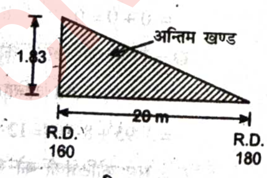
$\therefore \quad A = \frac{20}{3}[1{\cdot}83 + 2(29{\cdot}56) + 4(31{\cdot}09)]$

$= 1235{\cdot}4 \text{ m}^2$

अन्तिम खण्ड का क्षेत्रफल,

$A_1 = \frac{1{\cdot}83 \times 20}{2}$

$= 18{\cdot}3 \text{ m}^2$



चित्र 6.13

$\therefore$ कुछ क्षेत्रफल $= A + A_1$

$= 1235{\cdot}4 + 18{\cdot}3$

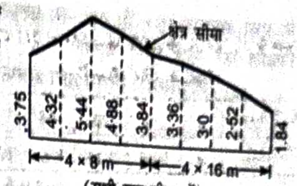
$= 1253{\cdot}70 \text{ m}^2$ उत्तर

उदाहरण 6.5 : एक जरीब रेखा से एक झाड़ी-सीमा की ओर निम्नलिखित खसके प्रेषित किये गये। सिम्पसन नियम से जरीब रेखा–झाड़ी–प्रथम तथा अन्तिम खसकों के मध्य घिरे क्षेत्र का क्षेत्रफल ज्ञात कीजिये।

दूरी मी०	0	8	16	24	32	48	64	80	112
खसका (मी०)	3·76	4·32	5·44	4·88	3·84	3·36	3·0	2·52	1·84

(B.T.E.)

हल : प्रश्न को देखने से स्पष्ट होता है कि खसकों की संख्या तो विषम है, परन्तु खण्डों की चौड़ाई का अन्तराल पाँचवें खसके के बाद बदल गया है। अत: यह प्रश्न दो भागों में हल किया जायेगा और दोनों भागों के क्षेत्रफल का योग कुल क्षेत्रफल होगा। अत:



चित्र 6.14

(i) प्रथम भाग के लिये, जहाँ खण्डों का अन्तराल 8 m है।

क्षेत्रफल, $A_1 = \frac{d}{3}[Z + 2O + 4E]$

$A_1 = \frac{8}{3}[(3{\cdot}76 + 3{\cdot}84) + 2(5{\cdot}44) + 4(4{\cdot}32 + 4{\cdot}88)]$

$= \frac{8}{3}[7{\cdot}60 + 10{\cdot}88 + 36{\cdot}8]$

$= \frac{8}{3} \times 55{\cdot}28 = 147{\cdot}41 \text{ m}^2$

(ii) द्वितीय भाग के लिये, जहाँ खण्डों का अन्तराल 16 मी० है—

$A_2 = \frac{d}{3}[Z + 2O + 4E]$ ... (सूत्र)

$= \frac{16}{3}[(3{\cdot}84 + 1{\cdot}84) + 2(3{\cdot}0) + 4(3{\cdot}36 + 2{\cdot}52)]$

$= \frac{16}{3}[5{\cdot}68 + 6{\cdot}0 + 23{\cdot}52]$

$= \frac{16}{3} \times 35{\cdot}20 = 187{\cdot}73 \text{ m}^2$

$\therefore$ कुल $A = A_1 + A_2 = 147{\cdot}41 + 187{\cdot}73$

$= 335{\cdot}14 \text{ m}^2$ उत्तर

उदाहरण 6.6 : एक सड़क की मध्य रेखा से मेड़ (Hedge) पर लम्बवत् खसके लिये गये, जो निम्नवत् हैं–

खसका (मी० में)	4	6	5	7	5	4	3	4	6
दूरी (मी० में)	0	15	30	45	60	80	100	110	120

सड़क की मध्य रेखा तथा मेड़ के बीच के क्षेत्रफल की गणना कीजिये।

(i) ट्रेपीजॉयडल (समलम्बाभ) नियम द्वारा

(ii) सिम्पसन नियम द्वारा।

हल : प्रश्न को देखने पर स्पष्ट होता है कि पाँचवें खसके तक खण्डों की चौड़ाई (अन्तरालें) 15 m है। पाँचवें तथा सातवें खसकों के मध्य अन्तराल 20 m है और शेष खसकों

civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

के मध्य अन्तराल 10 m है। अतः इस प्रश्न को तीन भागों में बाँटकर, प्रत्येक भाग का क्षेत्रफल निकाल कर जोड़ लिया जायेगा।

(a) ट्रेपीजॉयडल नियम द्वारा क्षेत्रफल–

$$\text{क्षेत्रफल, } A = \left[\left(\frac{O_0 + O_n}{2}\right) + O_1 + O_2 + O_n\right] \times d \quad \text{...(सूत्र)}$$

$$A_1 = \left[\left(\frac{4+5}{2}\right) + 6 + 5 + 7\right] \times 15 = 337{\cdot}5 \text{ m}^2$$

$$A_2 = \left[\left(\frac{5+3}{2}\right) + 4\right] \times 20 = 16{\cdot}6 \text{ m}^2$$

$$A_3 = \left[\left(\frac{3+6}{2}\right) + 4\right] \times 10 = 85{\cdot}0 \text{ m}^2$$

कुल क्षेत्रफल $= \mathbf{582{\cdot}5 \text{ m}^2}$ **उत्तर**

(b) सिम्पसन नियम द्वारा क्षेत्रफल–

$$\text{क्षेत्रफल, } A = \frac{d}{3}[Z + 2O + 4E] \quad \text{...(सूत्र)}$$

यहाँ, Z = प्रथम तथा अन्तिम कोटिअंकों का जोड़

O = शेष विषक कोटिअंकों का जोड़

E = सम कोटिअंकों का जोड़

$$A_1 = \frac{15}{3}[(4+5) + (2 \times 5) + 4(6+7)] = 355 \text{ m}^2$$

$$A_2 = \frac{20}{3}[(5+3) + (2 \times 0) + 4(4)] = 160 \text{ m}^2$$

$$A_3 = \frac{10}{3}[(3+6) + (2 \times 0) + 4(4)] = 83{\cdot}33 \text{ m}^2$$

$= \mathbf{598{\cdot}33 \text{ m}^2}$ **उत्तर**

(II) क्षेत्रीय नक्शों से क्षेत्रफल ज्ञात करना
(Area Calculations from the Maps)

§ 6.6. क्षेत्रफल संगणना :

सर्वेक्षण नक्शे सदा किसी पैमाने पर बनाये जाते हैं। नक्शे से क्षेत्रफल ज्ञात करने की विधियाँ निम्न हैं—

(i) क्षेत्र को त्रिभुजों में विभाजित करके,

(ii) क्षेत्र को वर्गों में विभाजित करके,

(iii) क्षेत्रफल मापी यन्त्र (Planimeter) द्वारा।

उपरोक्त विधि (i) व (ii) से क्षेत्रफल अधिक शुद्धता से ज्ञात नहीं होता है, जबकि प्लानीमीटर से क्षेत्रफल परिशुद्धता से निकाला जा सकता है।

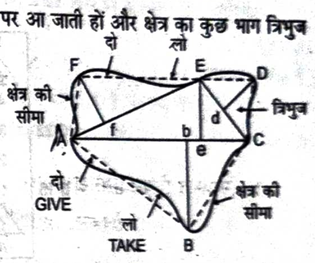
§ 6.7. क्षेत्र को त्रिभुजों में विभाजित करके क्षेत्रफल ज्ञात करना (Finding Area by Division into Triangles) :

इस विधि में नक्शे पर दिखाये गये पूर्ण क्षेत्र को उपर्युक्त त्रिभुजों में बाँट लिया जाता है। यह त्रिभुज किसी भी प्रकार की हो सकती है। अब प्रत्येक त्रिभुज की आधार रेखा तथा उसके शीर्ष के आधार पर गिराये गये लम्ब (Altitude) की नक्शे के पैमाने से दूरी ज्ञात कर ली जाती है। अतः

$$\text{त्रिभुज का क्षेत्रफल} = \frac{\text{आधार} \times \text{लम्ब}}{2}$$

इसी प्रकार सभी त्रिभुजों के क्षेत्रफल का जोड़, उस क्षेत्र का क्षेत्रफल होगा।

जब क्षेत्र की सीमायें त्रिभुज की सीधी रेखा पर आ जाती हों और क्षेत्र का कुछ भाग त्रिभुज से बाहर निकल जाये तब **दो और लो** (Give and Take) का सिद्धान्त अपनाया जाता है। त्रिभुज से बाहर निकलने वाला क्षेत्रफल छोड़ दिया जाता है और उसी के बराबर का अन्दर पड़ने वाला क्षेत्रफल उस त्रिभुज में जोड़ दिया जाता है।



चित्र 6.15

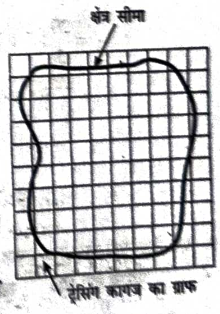
उपरोक्त विधि चित्र 6.15 में स्पष्ट की गयी है।

§ 6.8. क्षेत्र को वर्गों में विभाजित करके क्षेत्रफल ज्ञात करना (Finding Area by Division into Squares) :

इस विधि में एक अनुरेखन कागज (Tracing Paper) पर नक्शे के पैमाने के अनुसार उपयुक्त वर्ग बना लिये जाते हैं। अब इस वर्ग-ग्राफ को नक्शे के ऊपर रखकर, क्षेत्र को ढाँपने वाले (Covered) वर्गों की संख्या गिन ली जाती है।

गणना में सम्पूर्ण वर्गों को पूरा गिन लिया जाता है। आधे से बड़े वर्ग को पूरा वर्ग मान कर गणना में जोड़ लिया जाता है और आधे से कम वर्ग को छोड़ दिया जाता है।

अब वर्गों की संख्या को, एक वर्ग द्वारा प्रदर्शित क्षेत्रफल से गुणा करके, क्षेत्र का कुल क्षेत्रफल ज्ञात कर लिया जाता है।



चित्र 6.16

§ 6.9. क्षेत्रफल मापी (प्लानीमीटर) द्वारा क्षेत्रफल ज्ञात करना।

(देखे अनुच्छेद 5.10)

प्रश्नावली–6

1. (i) भूक्षेत्र के क्षेत्रफल की गणना करने की विधियों के नाम दें। *(B.T.E.)*

(ii) ट्रेपीजाइडल तथा सिम्पसन नियमों की व्याख्या कीजिये तथा विभेद स्पष्ट करें। *(B.T.E.)*

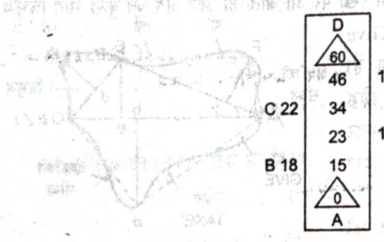
civilguru.net

WWW.CIVILGURU.NET
This is the subtitle of PDF, Use long text here.

2. गुनिया सर्वेक्षण से क्षेत्रफल कैसे ज्ञात किया जाता है, लिखिये।
3. (i) त्रिभुज का क्षेत्रफल ज्ञात करने के कोई दो सूत्र दें।
(ii) एक त्रिभुज ABC की भुजा $AB = 640$ मी०, $BC = 710$ मी० तथा $\angle ABC = 135° - 20'$ है। रेखा CA की लम्बाई ज्ञात करें और त्रिभुज का क्षेत्रफल वर्ग किमी० में ज्ञात कीजिये।

(B.T.E.)

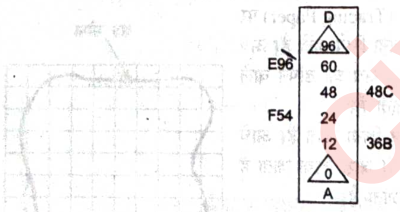
4. सिम्पसन नियम का वर्णन करें तथा इसकी सामान्य शर्तें लिखें। *(B.T.E.)*
5. गुनिया सर्वेक्षण द्वारा एक भूक्षेत्र से निम्न आँकड़े प्राप्त किये गये हैं। भूक्षेत्र का क्षेत्रफल ज्ञात कीजिये। सभी माप मीटर में हैं। (चित्र 6.17)



(उत्तर–1327 वर्ग मी०)

चित्र 6.17

6. एक भूक्षेत्र को निम्न आँकड़ों के आधार पर क्षेत्रफल ज्ञात करें। (चित्र 6.18)



(उत्तर–7956 m^2)

चित्र 6.18

7. एक टेढ़ी-मेढ़ी सीमा रेखा (बाड़) तक एक जरीब रेखा से निम्न खसके (मीटरों में) लिये गये हैं—

जरीब दूरी मी०	खसका मी०	जरीब दूरी मी०	खसका मी०
0	4·15	50	6·17
10	5·26	60	6·64
20	6·18	70	5·28
30	5·37	80	5·63
40	3·28		

जरीब रेखा, सीमा रेखा तथा प्रथम व अन्तिम खसकों से घिरे भूक्षेत्र का क्षेत्रफल सिम्पसन विधि द्वारा ज्ञात कीजिये।

(B.T.E)

(उत्तर–434 . 33 m^2)

8. जरीब रेखा से एक बाड़ (Hedge) तक के खसके निम्न हैं—

जरीब दूरी (मी०)	0	20	40	60	80	100	120
खसके (मी०)	10·5	10·8	12·4	11·6	9·2	8·2	3·6

सिम्पसन नियम से जरीब रेखा तथा बाड़ में मध्य स्थित क्षेत्र का क्षेत्रफल ज्ञात कीजिये।

(B.T.E.)

(उत्तर–1198 m^2)

9. रेखा अंकित (Ploted) नक्शों से क्षेत्रफल ज्ञात करने की विधियों के नाम दें।
10. प्लानीमीटर का हस्तमुक्त चित्र देकर, इसकी कार्य-विधि स्पष्ट करें। *(B.T.E.)*