

МИЛЕ НАЦЕВ

ГЕОДЕЗИЈА

СО РУДАРСКИ МЕРЕЊА

**ЗА ТРЕТА ГОДИНА ГЕОЛОШКО – РУДАРСКА И МЕТАЛУРШКА
СТРУКА**

ГЕОЛОШКО – РУДАРСКИ ТЕХНИЧАР

Скопје, 2013

Издавач: МИНИСТЕРСТВО ЗА ОБРАЗОВАНИЕ И
НАУКА НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА
ул. Мито Хаџивасилев Јасмин, бб
Скопје

Рецензенти: д-р Игнат Ефремов-претседател
дипл. инж. Трајко Трајчевски-член
дипл. инж. Блаже Гаврилов-член

Лектор: Бранка Арсовска

Илустрации: Миле Нацев

Корица: Мартин Нацев

Печати: Графички центар доел, Скопје

Тираж: 12

Со решение на Министерот за образование и наука на Република Македонија
бр. 22-4283/1 од 28.07.2010 година се одобрува употребата на овој учебник

CIP - Каталогизација во публикација
Национална и универзитетска библиотека "Св.Климент Охридски" , Скопје

528.3/.4(075.3)
528.48:622(075.3)

НАЦЕВ, Миле

Геодезија со рударски мерења за трета година : геолошко-рударска струка :
геолошко-рударски техничар / Миле Нацев ; [илустрации Миле Нацев]. - Скопје :
Министерство за образование и наука на Република Македонија, 2010. - 143 стр. :
илустр. ; 30 см

ISBN 978-608-226-166-9

COBISS.MK-ID 8428749

ПРЕДГОВОР

Учебникот Геодезија со рударски мерења е наменет за учениците од III година *геолошко – рударска и металуршка струка*.

Учебникот е изработен според програмските содржини дадени во наставниот план и програма за овој предмет изработен од Бирото за развој на образованието при Министерството за образование и наука на Република Македонија.

Во учебникот се обработени основните теми:

1. Геодетски справи и прибор;
2. Геодетски мерења на терен;
3. Рударски мерења;
4. Изработка и читање на планови.

Во учебникот како најзастапена метода на активно учење е методата ЗСН која всушност значи што јас **Знам** , што **Сакам** јас да научам и што јас **Научив**. За успешно користење на оваа метода на активно учење во училиница потребно е на учениците да им се подели соодветна табела во која учениците за време на часот или дома ќе ги пополнат соодветните колони.

Покрај оваа метода на активно учење во училиница и дома, добро е да се користи и активно учење преку соработка со локалната заедница со методата на интервју, која успешно може да се реализира при посета на поблиски и фирми кои се занимаваат со геодетски и рударски мерења , како и методата со изработка на проекти за одредени видови на геодетски мерења или геодетски инструменти користејќи ја и информатичко комуникациската технологија.

Авторот

Наставна единица _____

Наставник _____

Ученик _____

Датум _____

Училища

Дома

Проект

Што јас Знам	Што Сакам да научам	Што јас Научив

ВОВЕД ВО ГЕОДЕЗИЈАТА

Потсети се

- Со што се занимава географијата?
- Што е меридијан?
- Што е екватор?

Геодезијата е наука која се занимава со мерење на површината на земјата и нејзино претставување на планови и карти во намален размер.

Со мерењето на површината на земјата се добиваат податоци со чија помош карактеристичните точки на теренот можат да се прикажат графички на хартија или дигитално на компјутери односно да се прикажат на планови и карти.

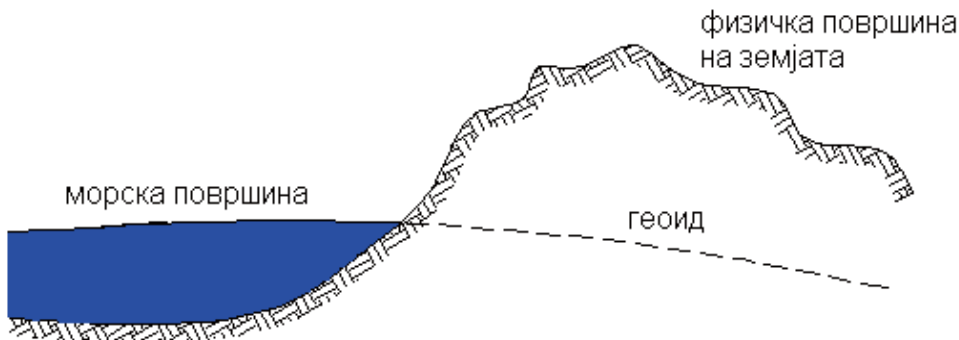
Плановите и картите имаат голема важност за изведување на какви и да е проекти како што се планирање и отворање на рудници, изградба на патишта, пруги, изградба на рударски простории, уредување на населби и др.

Земјата како планета во Сончевиот систем има облик на топка или поточно облик на геоид.

Геоид е тело кое настанува кога ќе замислиме дека морската површина поминува низ сите копна на земјата.

Геоидот во геодетските мерења се смета дека има облик на елипсоид, односно тело кое се добива кога елипсата се врти околу својата мала оска.

Елипсоидот е опфатен со геоидот, а на половите и на екваторот геоидот се допира со елипсоидот.



Сл.1. Геоид

Запомни

Геоид е замислено тело кое се добива кога морската површина поминува под копнениот дел на земјата.

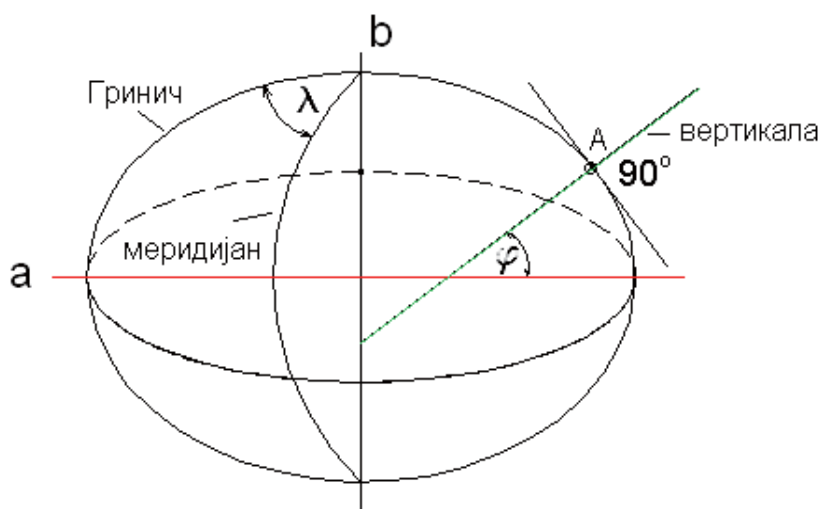
Врз основа на разни мерења е одредено дека големата полуоска на Земјиниот елипсоид има должина од околу 6378,24 km, а малата полуоска околу 6356,86 km.

Иако Земјата има облик на елипсоид во геодезијата се смета дека таа има облик на топка со радиус од околу **6380 km**.

Правецот во кој дејствува силата на Земјината гравитација во геодезијата се вика **вертикала**.

Аголот кој го затвора вертикалата на некоја точка на Земјата со екваторот се вика **географска ширина**.

Аголот кој го затвора меридијанот на некоја точка на Земјата со основниот меридијан Гринич се нарекува **географска должина**.



Сл. 2. Облик на Земјата: a- голема оска, b- мала оска, φ –географска ширина, λ –географска должина

Меридијан е рамнина која стои вертикално на екваторот и минува низ половите на Земјата, односно низ малата оска на Земјата.

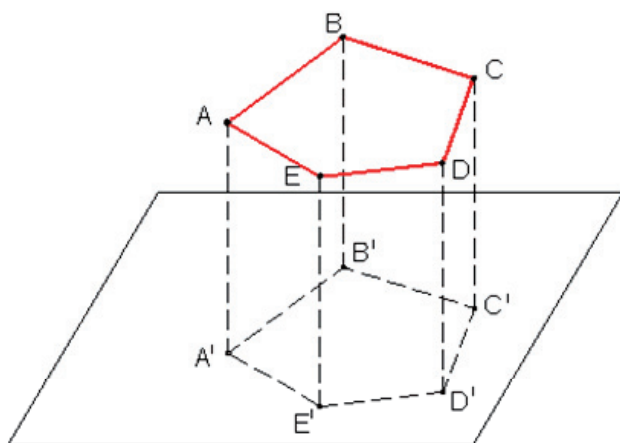
Сите геодетски мерења кои се вршат на Земјата имаат задача Земјината површина без оглед на нејзините нерамнини да ја претстават на планови и на карти во хоризонтална и во вертикална проекција.

Геодетските мерења се вршат во три фази. Во првата фаза се поставуваат постојани геодетски точки на површината на Земјата во вид на геодетски мрежи како што се тригонометриската мрежа, нивелманската мрежа и полигонската мрежа. Во втората фаза се врши детално мерење на теренот најчесто со ортогонална и поларна метода. На крајот се врши изработка на планови и карти во одредени размери.

Плановите и картите на кои се претставува површината на Земјата се хоризонтални рамни површини кои се поистоветуваат со површината на морињата.

За претставување на површината на Земјата на плановите и картите се врши нејзина **хоризонтална проекција** на планот со што се прикажува изгледот на Земјата со поглед одгоре.

За претставување на површината на Земјата на вертикална рамнина се користи **вертикална проекција** при што на проекцијата се нанесуваат вертикалните растојанија на точките на Земјината површина од хоризонталната морска површина, наречени надморски висини.



Сл.3. Проекција на точки од Земјина површина на хоризонтална рамнина

Ако точките на теренот A, B, C, D и E , треба да се претстават на план односно на хоризонтална рамнина тогаш се врши нивно проектирање врз хоризонталната рамнина.

Проектирањето се врши со повлекување на вертикални правци (правци на силата на гравитацијата) од точките на Земјината површина до хоризонталната рамнина при што се добиваат нивните хоризонтални проекции A', B', C', D' и E' .

Растојанијата меѓу точките A', B', C', D' и E' се нарекуваат редуцирани должини на ниво на морската површина.

Вертикалните растојанија меѓу точките на Земјата и нивните хоризонтални проекции на нивото на морската површина се нарекуваат надморски висини.

Од ова произлегува дека со геодезијата треба да се извршат две основни задачи и тоа:

- да се одреди хоризонталната проекција на Земјината површина;
- да се одреди вертикалната проекција на Земјината површина.

За хоризонтална проекција на Земјина површина потребно е да се одредат координатите X и Y на карактеристичните точки, а за вертикална проекција нивните надморски висини.

Координатите X и Y се нормални растојанија на точките на теренот од екваторот и од главниот меридијан Гринич, односно од X и Y оската на правоаголниот координатен систем на плановите и картите.

Геодезијата како техничка наука е поделена на ;

- виша геодезија и
- нижа геодезија.

Вишата геодезија се занимава со мерење и проучување на обликот на Земјата како и мерење на големи површини од земјата и нивно претставување на карти во големи размери.

Нижата геодезија се занимава со мерење на мали површини од Земјината површина и нивно претставување на планови во помали размери.

Научив:

- со што се занимава геодезијата;
- за што се користат геодетските планови и карти;
- каков облик има Земјата како планета;
- што е геоид;
- како се добива хоризонтална проекција на Земјата ;
- што се надморски висини;
- кои се основни задачи на геодезијата;
- со што се занимава вишата а со што нижата геодезија.

1. МЕРНИ ЕДИНИЦИ ВО ГЕОДЕЗИЈАТА

Знам:

- која наука се занимава со мерење на површината на Земјата ;
- на кои начини се прикажува Земјината површина на картите и плановите;
- за што се користат геодетските карти и планови

Размисли

Дали со мерните единици за должина може да се измери агол?

Мерењето во геодезијата се врши со споредување на две истоимени големини од кои едната мора да биде мерна единица.

Во геодезијата се врши мерење на;

- должини
- површини и
- агли.

Мини тест

Со кои од наведените мерни единици не се мерат должини

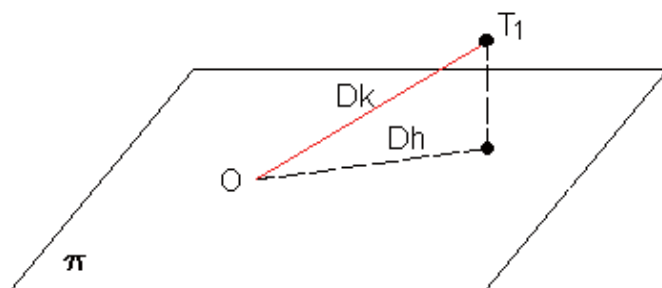
- метар;
- центиметар;
- степен;
- милиметар;
- минута;
- радијан.

Основа на секое геодетско мерење е да се познаваат мерните единици.

1.1 МЕРНИ ЕДИНИЦИ ЗА ДОЛЖИНА

Растојанието меѓу две точки во геодезијата се нарекува **должина**.

Во геодезијата се мерат хоризонтални, коси и вертикални должини, а се изразуваат во единици мерки за должина.



Сл.4 Должини; π – хоризонтална рамнина, D_k - коса должина, D_h - хоризонтална должина.

Основна единица мерка за должина во геодезијата е **1 метар (m)**.

Поголеми мерни единици од метар се:

- 1 dkm декаметар = 10 m
- 1 hm хектометар = 100 m
- 1 km километар = 1000 m

Помали мерни единици од метар се:

- 1 dm дециметар = 0.1 m
- 1 cm центиметар = 0.01 m
- 1 mm милиметар = 0.001 m

Или:

- 1 m = 10 dm
- 1 m = 100 cm
- 1 m = 1000 mm

Задачи

1. Колку метри има во 2 dm ?
2. Колку центиметри има во 2.5 m ?
3. Колку хектометри има во 1 km ?
4. Колку километри има во 1 m ?
5. Колку метри има во 2 cm ?

1.2 МЕРНИ ЕДИНИЦИ ЗА ПОВРШИНА

Основна единица мерка за површина во геодезијата е 1m^2 . Поголеми мерни единици од 1m^2 се:

- $1\text{ar} = \text{ar} = 10 \times 10 = 100\text{m}^2$
- $1\text{dkm}^2 = 10 \times 100 = 1000\text{m}^2$
- $1\text{hm}^2 = 100 \times 100 = 10.000\text{m}^2$
- $1\text{km}^2 = 1000 \times 1000 = 1.000.000\text{m}^2$

Единицата мерка од 1dkm^2 се нарекува **1 декар**.
Единицата мерка од 1hm^2 се нарекува **1 хектар**.

Помали мерни единици за површина од 1m^2 се ;

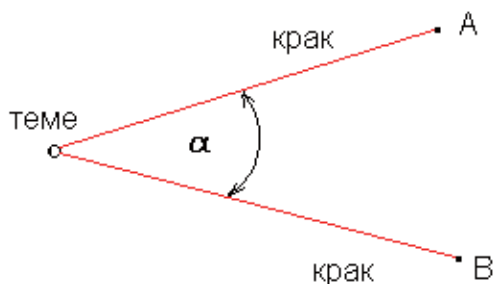
- $1\text{dm}^2 = 0.1 \times 0.1 = 0.01\text{m}^2$
- $1\text{cm}^2 = 0.01 \times 0.01 = 0.0001\text{m}^2$
- $1\text{mm}^2 = 0.001 \times 0.001 = 0.000001\text{m}^2$

Вежби

- Колкава површина во ари зафаќа правоаголник со должина 100m и ширина 50m ?
- Колку површина во хектометри (хектари) зафаќа правоаголник со димензии $200 \times 100\text{m}$?

1.3 МЕРНИ ЕДИНИЦИ ЗА АГОЛ

Агол претставува простор меѓу две полуправи кои имаат ист почеток. Заедничката точка се нарекува **теме** на аголот ,а полуправите **краци** на аголот.

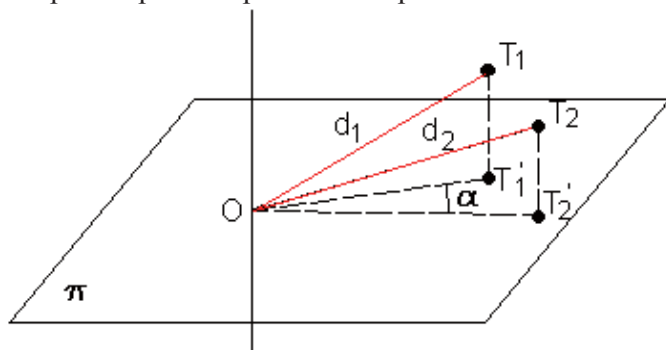


Сл.5. Агол .

Во геодезијата се мерат и хоризонтални и вертикални агли.

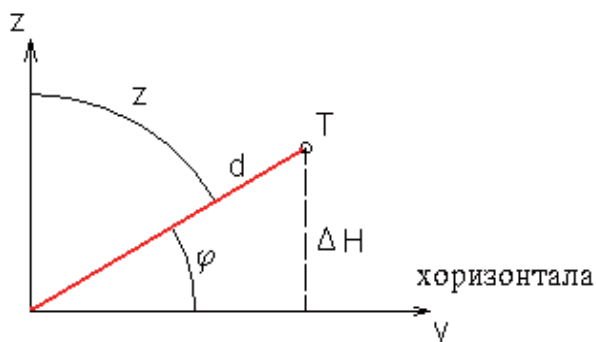
Хоризонтален агол е оној агол на кој краците му лежат во хоризонтална рамнина.

Хоризонтален агол се добива кога просторниот агол со своите краци ќе се проектира на хоризонтална рамнина.



Сл. 6. Приказ на хоризонтален агол α – хоризонтален агол d_1 и d_2 – коси должини

Вертикален агол е агол на кој краците му лежат во вертикална рамнина.



Сл. 7. Приказ на вертикален агол:
 φ – вертикален агол,
 z – зенитно растојание,
 d – коса должина
 ΔH – висинска разлика

Мерни единици за агол се:

- степени;
- градуси и
- радијани.

Кога како мерна единица за агол се користат **степени** се зема дека кругот е поделен на **360** °, при што:

$$1^\circ \text{ степен} = 60' \text{ минути}$$

$$1' \text{ минута} = 60'' \text{ секунди}$$

Кога како мерна единица се зема **градусот** кругот е поделен на **400 g** градуси, при што:

$$1 g \text{ градус} = 100' \text{ центи минути}$$

$$1' \text{ центи минута} = 100'' \text{ центи секунда}$$

За претворање на едни во други мерни единици се користат следните односи:

$$1 \text{ g} = \frac{9}{10} \times 1^\circ = 0.9^\circ \text{ степени}$$

$$1' \text{ центи минута} = 54' \text{ минути}$$

$$1'' \text{ центи секунда} = 0,324'' \text{ секунди}$$

или

$$1^\circ \text{ степен} = 1,1111 \text{ g градуси}$$

$$1' \text{ минута} = 1.85' \text{ центи минута}$$

$$1'' \text{ секунда} = 3,086'' \text{ центи секунда}$$

Кога како мерна единица се користи **радијан** (ρ), тогаш кругот е поделен на 2π радијани, при што:

$$1 \rho \text{ радијан} = \frac{360^\circ}{2\pi} = 57^\circ, 29 \text{ степени}$$

$$1 \rho' \text{ минута} = \frac{360^\circ \cdot 60}{2\pi} = 3438' \text{ минути}$$

$$1 \rho'' \text{ секунда} = \frac{360^\circ \cdot 60 \cdot 60}{2\pi} = 206\,265'' \text{ секунди}$$

Како стандардни мерни единици за агол во геодетските мерења се земаат степените и градусите.

Задачи

1. Колку градуси има $50^\circ 20' 25''$?
2. Колку степени имаат 10 g градуси, $15' 20''$?
3. Колку степени имаат $2\pi \rho$ радијани ?

Научив:

- што претставува мерење ;
- кои се мерните единици за должина ;
- кои се мерни единици за површина ;
- кои се мерни единици за агол.

1.4 РАЗМЕР И РАЗМЕРНИЦИ

Знам

- што е должина;
- што е агол;
- што е план;
- што е хоризонтална проекција;
- што е вертикална проекција;
- што се координати;
- што е надморска висина.

Размер претставува однос помеѓу должина на планот и нејзината должина во природата.

Размерот се изразува со равенката ;

$$R = \frac{d}{D}$$

каде што:

R – размер ;

d – должина на планот;

D – должина во природата .

Примери

1. Да се одреди размерот ако должината на планот е 0.5 m , а должината во природата 500 m.

$$R = \frac{d}{D} = \frac{0,5}{500} = \frac{5}{5000} = \frac{1}{1000} \text{ или } 1 : 1000$$

2. Да се одреди должината во природата ако должината на планот е 0.10 m , а размерот е 1 : 2000.

$$D = \frac{d}{R} = \frac{0.1}{\frac{1}{2000}} = 0.1 \cdot 2000 = 200 \text{ m}$$

3. Да се одреди должината на планот ако должината во природата е 150 m , а размерот 1 : 2500

$$d = D \times R = \frac{150}{2500} = 0.06 \text{ m} = 6 \text{ cm} = 60 \text{ mm}$$

На геодетските карти и планови размерот се пишува во вид на дробка со знакот за делење две точки, при што во броителот секогаш е бројот 1, а во именителот бројот кој покажува колку пати е намалена должината.

Геодетските карти се изработуваат во размери 1 : 5000, 1 : 10 000, 1 : 25 000, 1 : 50 000 и 1 : 100 000.

Геодетските планови се изработуваат во размер 1 : 500, 1 : 1000, 1 : 2000, 1 : 2500.

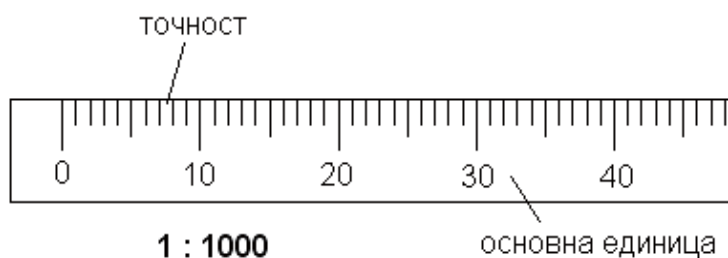
За побрзо одредување на должините на планот и во природата се користи прибор наречен размерник.

Размерниците се во вид на линијари на кои се нанесени црти кои претставуваат цели метри во природата.

Секоја црта на размерот се нарекува **точност** на размерот.

Десет точности сочинуваат една **основна единица** на размерот и таа на размерникот е означена со број (10, 20, 30, 40, 50).

Десетиот дел од точноста на размерот кој се проценува од око се нарекува **гранична точност** на размерот. Точноста на секој размер може да се одреди кога ќе се реши самиот размер.



Сл. 8. Линеарен размерник

Читање на должина од план со размерник се врши така што размерникот се поставува со нулата на почетната точка, а со цртите од размерникот веднаш се одредува нејзината должина во природата, при што деловите помали од метар се проценуваат од око.

Пример

1. Да се одредат основните елементи на размерот за размерот 1 : 1000.

Точност на размерот = $1 / 1000 = 0.001\text{m} = 1\text{ mm}$.

Што значи дека 1 mm на планот одговара на 1m во природата.

Основна единица на размерот = $1 \times 10 = 10\text{ mm}$

Што значи 10 mm на планот одговараат на 10 m во природата.

Гранична точност = $1 / 10 = 0.1\text{ mm}$.

Што значи 0.1mm на планот одговараат на 0.1 m во природата.

Вежби

1. Определи ја должината на планот ако должината во природата е 50 m, а размерот 1: 500.
2. Определи ги елементите на размерникот за размерот 1 : 500.
3. На лист хартија конструирај размерник за размерот 1: 1000.

Научив:

- што е размер ;
- како се одредува размерот;
- што е размерник ;
- како се одредуваат елементите на размерникот.

2. ГЕОДЕТСКИ ИНСТРУМЕНТИ И ПРИБОР

За мерење во геодезијата се користат следните видови на инструменти:

- теодолити ;
- нивелири ;
- далечиномери ;
- тахиметри ;
- GPS инструменти.

За геодетски мерења на терен со инструментите се користи и следниот прибор:

- ленти ;
- стативи ;
- значки;
- држачи на значки ;
- нивелмански летви ;
- тахиметриски летви ;
- призми ;
- висоци .

2.1 ТЕОДОЛИТИ

Знам:

- што е мерење;
- што е агол;
- кои се мерните единици за агол.

Сакам да знам:

- Кои инструменти се користат за мерење на агли?
- Како изгледаат инструментите за мерење на агли?

За мерење на хоризонтални агли во геодезијата се користат инструменти наречени теодолити.

Теодолитите се инструменти за мерење на хоризонтални и вертикални агли. Теодолитите во својот состав имаат хоризонтален и вертикален круг на кој се нанесени поделби за читање на хоризонтални и вертикални агли.

Теодолитите може да бидат

- оптички и
- електронски.

Оптичките теодолити имаат стаклени кругови за читање на аглите, а самото читање се врши со помош на микроскоп, кој е поставен до дурбинот на теодолитот.

Електронските теодолити имаат посебни кругови за читање на аглите од кои читањето е електронски, односно дигитално со помош на посебни оптичко електронски уреди. Резултатите од мерењето се прикажуваат на електронски екран.

2.1.1 ОПТИЧКИ ТЕОДОЛИТИ

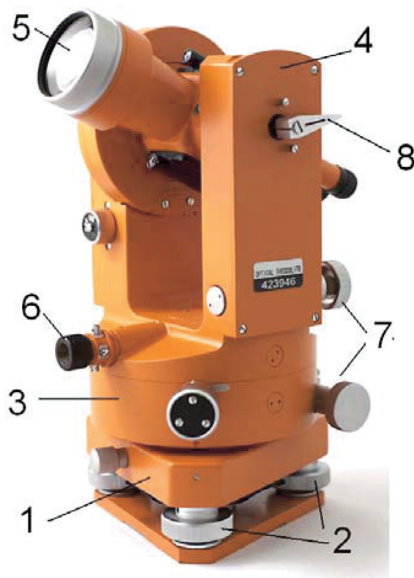
Знам:

- што е хоризонтален агол ,а што вертикален агол;
- за што се користат теодолитите во геодезијата.

Сакам да знам:

- Кои се главни делови на оптичките теодолити ?
- Како се мерат агли со оптички теодолити?

Оптичките теодолити се инструменти од постара конструкција кои се користат за мерење на хоризонтални и вертикални агли во геодезијата. Во својот состав имаат хоризонтални и вертикални кругови на кои е нанесена поделба за мерење на агли. За читање на аглие од круговите се користи микроскоп кој е поставен до дурбинот на теодолитот.



Запомни

Инструментите кои се користат за мерење на хоризонтални и вертикални агли се нарекуваат **теодолити**.

Сл. 9. Теодолит :1- долен дел , 2 – положбени винтови , 3- горен вртежен дел (алхидада) , 4. носачи на дурбинот , 5. дурбин, 6.оптички висок, 7. микрометарски винтови, 8. кочница за дурбинот.

Оптичките теодолити се составени од долен неподвижен и горен вртежен дел.

Долниот дел на теодолитот се состои од подножна плоча со три правилно распоредени положбени винтови кои служат за хоризонтирање на теодолитот со помош на либели.

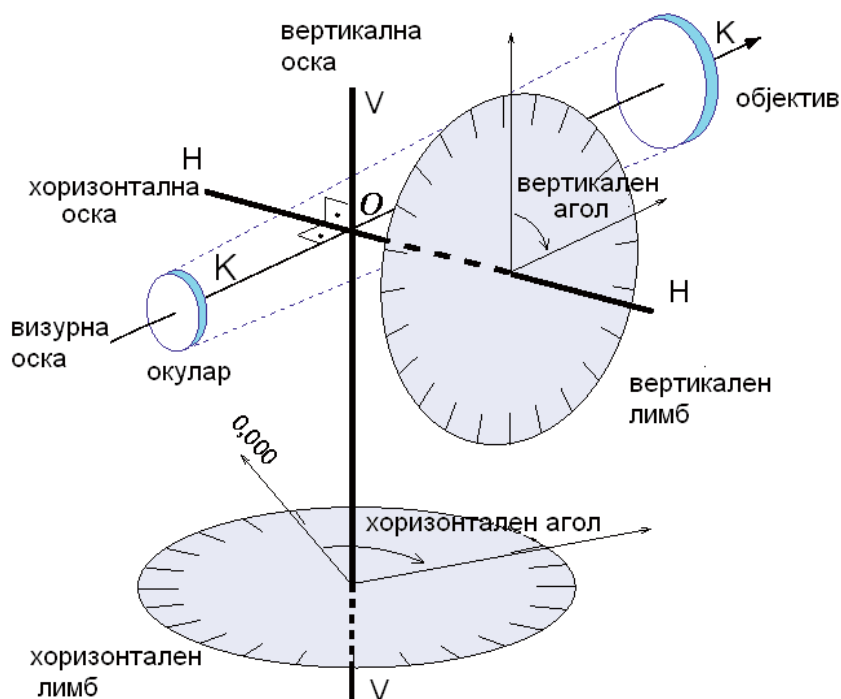
Подножната плоча со помош на централен винт се поврзува со стативот. Над подножната плоча е поставен хоризонтален круг направен од метал или од стакло ,на кој се наоѓа кружна поделба од 0–360 ° која уште се нарекува **лимб**.

Хоризонталниот круг најчесто е неподвижен и е цврсто сврзан со долниот дел на теодолитот така што при вртење на теодолитот тој мирува.

Кај некои теодолити е поставен уред за репетиција. Овој уред овозможува хоризонталниот круг да се врти заедно со теодолитот , а при тоа читањето на аголот да не се менува. Овој уред овозможува во некој правец да се намести почетното читање на хоризонталниот лимб да биде 0° 00' 00''.

Горниот дел на теодолитот го сочинуваат алхидадата, носачите на дурбинот, дурбинот, хоризонтална оска за дурбинот, вертикалниот круг, кочниците за алхидадата и за дурбинот, микрометарските винтови за fino поместување на алхидадата и дурбинот, либелите и уредите за читање на аглиите од лимбовите.

Горниот дел на теодолитот заедно со сите негови делови и дурбинот се врти околу вертикалната оска. Вертикалната оска уште се нарекува главна алхидадина оска.



Сл.10. Шема на теодолит: VV- главна вертикална оска, HN –хоризонтална оска, KK-визурна оска- визура.

Вертикалната оска е вертикална и е нормална на хоризонталниот круг. Хоризонталната оска на теодолитите е нормална на главната вертикална оска и се нарекува вртежна оска на дурбинот.

Дурбинот може да се врти околу хоризонталната оска на теодолитот заедно со вертикалниот круг, а уредите за читање на аголот од вертикалниот лимб се неподвижни.

Дурбинот кај теодолитот е оптички инструмент кој служи за зголемување на ликот на предметите кои се наоѓаат на поголема далечина. Дурбинот се состои од објектив, окулар, винт за фокусирање и кончаница.

Објективот се состои од стаклени леќи и е свртен кон објектот кој се мери.

Окуларот исто така е составен од стаклени леќи и е свртен кон окото на мерачот.

Винтот за фокусирање служи за доведување на ликот на предметот, односно ликот на геодетската точка на јасно гледање.

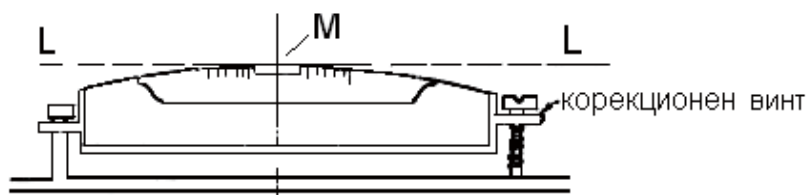
Кончаницата се состои од стаклена кружна плочка на која се врежани вертикални и хоризонтални црти (крст) ,наречена кончаница. Плочката е поставена во посебен носач и може да се поместува во два правци со помош на корекциони винтови. Кончаницата кај дурбинот се користи за визирање на геодетските точки.

Визура е замислен светлосен зрак кој од визираната точка преку воздухот доаѓа до објективот на дурбинот, а потоа до центарот на кончаницата.

При визирањето центарот на кончаницата на дурбинот се доведува во центарот на точката која се визира. Ова се прави така што најпрво на точката се визира грубо со нишанот на дурбинот за да се доведе нејзиниот лик во видното поле на дурбинот. По грубото визирање се закочува алхидадата и дурбинот со соодветните кочници и со винтовите за фино поместување се доведува центарот на кончаницата во центарот на точката која се визира.

Либелите кај теодолитот служат за поставување на оските на теодолитот во вертикална или во хоризонтална положба. Кај теодолитите се користат цевкасти и кружни либели.

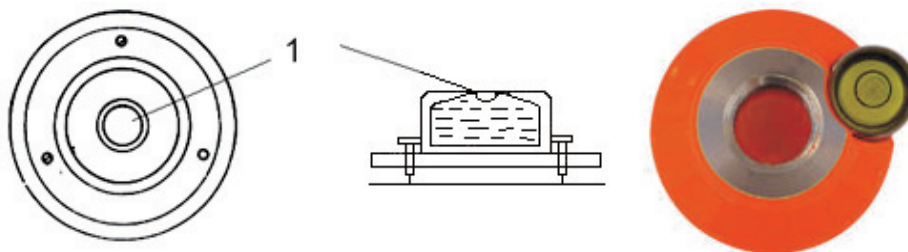
Цевкестата либела се состои од стаклена цевка која од горната внатрешна страна со брусење е заоблена. Цевката е наполнета со алкохол или етар кои не замрзнуваат на $- 50\text{ }^{\circ}\text{C}$. При полнењето на цевката во неа се создава воздушен простор кој се вика меур на либелата. Меурот има издолжен облик.



Сл. 11. Цевкеста либела; L-L .оска на либелата , M . марка на либелата

Од надворешната страна либелата има изгравирани поделба од црти на растојание од 2 mm кои се нарекуваат парсови . Средната точка на поделбата се вика марка на либелата.

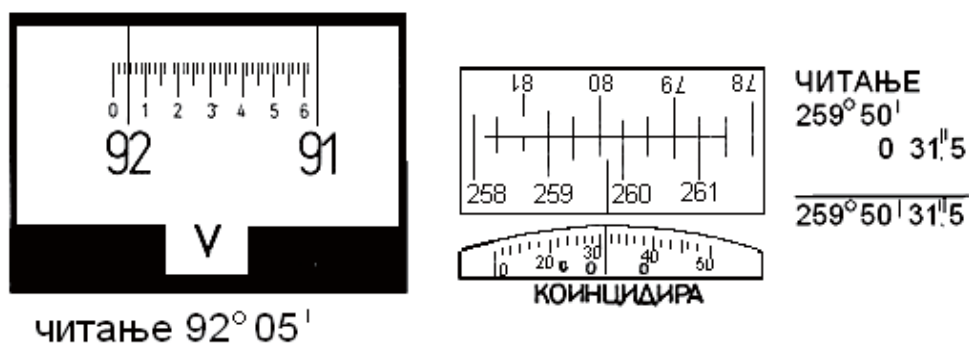
Кружната либела е направена од стаклена цевка која од горната внатрешна страна има облик на дел од топка . Од надворешната страна има изгравирани еден или повеќе концентрични кругови. Центарот на круговите е марка на либелата.



Сл.12. Кружна либела 1. меур на либелата

Кога марката на либелите се наоѓа во средината на меурот се вели дека либелата врхуни.

Микроскопот кај оптичките теодолити служи за зголемување на поделбите на хоризонталниот и вертикалниот лимб и за читање на вредноста на аглите. За читање на помали делови од поделбата на лимбовите во микроскопот се вградени разни справи спрема кои и микроскопите добиле имиња. Така на пример има микроскопи со скала, микроскопи со оптички микрометар и др.



Сл.13. Микроскоп со скала и микроскоп со оптички микрометар.

Научив:

- за што служат теодолитите;
- кои се основни делови на оптичките теодолити;
- кои делови припаѓаат на долниот дел на теодолитот;
- кои делови припаѓаат на горниот дел на теодолитот;
- зошто служи дурбинот;
- зошто служат лимбовите;
- зошто служи кончаницата;
- зошто служат либелите;
- какви либели се користат кај теодолитите;
- што е визура;
- во кој случај се вели дека точката е навизирана;
- за што се користи микроскопот кај теодолитите.

2. 1. 2 ЕЛЕКТРОНСКИ ТЕОДОЛИТИ

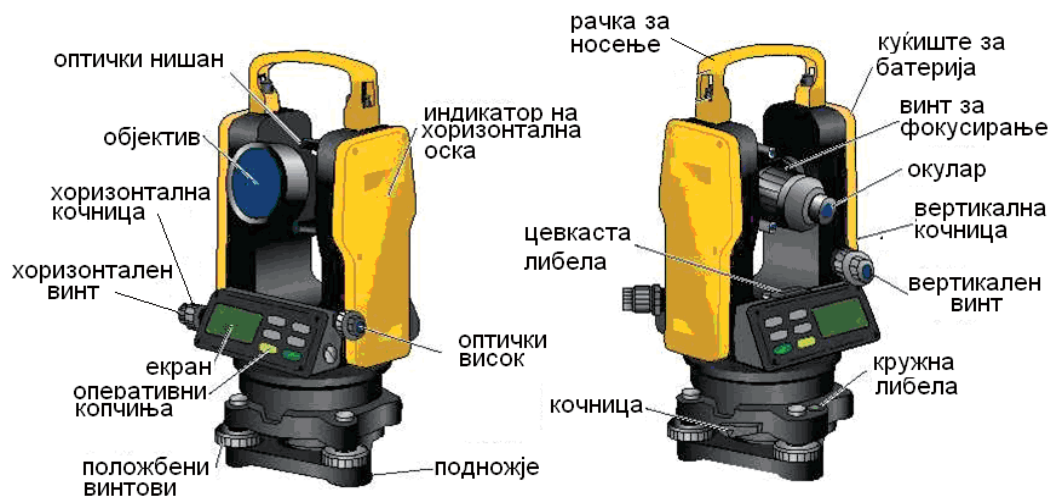
Знам:

- зошто се користат теодолитите;
- кои се основни делови на теодолитите;
- зошто се користат лимбовите;
- кои се главни оски кај теодолитите.

Сакам да научам

- Кои се главни делови на електронските теодолити?
- Во што е разликата меѓу оптичките и електронските теодолити?

Главните делови на електронските теодолити се исти како кај оптичките со тоа таа разлика што за читањето на агли се врши по електронски пат. За своја работа електронските теодолити користат соодветни батерии.



Сл.14 . Главни делови на електронски теодолит

Кај електронските теодолити вредноста на мерените хоризонтални и вертикални агли се прикажуваат на покажувач (англиски display), по електронски пат без мерачот да врши нивно читање како кај оптичките теодолити.

Електронските теодолити покрај тоа што ги регистрираат податоците при мерењето тие податоците ги сместуваат во меморија вградена во теодолитот, а преку неа се пренесуваат на компјутер за понатамошна обработка на податоците. Ова значи дека при мерењето со електронските теодолити податоците не се внесуваат во обрасци како при мерењето со оптичките теодолити.

Во електронските теодолити се вградени микропресметувачи со микропроцесор во кои се инсталирани соодветни програми со кои се вршат додатни пресметки во самиот инструмент врз база на измерените податоци.

Исто така кај електронските теодолити доколку се јават одредени грешки кај оската за визирање или кај индексите на вертикалниот круг теодолитот автоматски ги меморира и автоматски ги исправа, така што со него може да се врши мерење само во првата положба на дурбинот.



Сл.15. Електронски теодолит

Бидејќи електронските теодолити мерењето го вршат во таканаречени бинарни сигнали кои се состојат од бројки 0 и 1, во нив се вградени таканаречени аналого-дигитални претворувачи наречени декодери кои овие бинарните броеви ги претвораат во децимални броеви.

За аналого-дигитално претворање на вредностите на аглиите при мерењето со овие теодолити во нив се поставени специјални лимбови.

Лимбовите се стаклени а на нив се нанесени просирни и непросирни пруги . Над пругите има луминисцентна диода , а под кругот фотодиода ,каде што настануваат периодични електрични сигнали. Сигналите се претвораат во електрично броило. Бинарните сигнали кои излегуваат од електричното броило се регистрираат во меморијата ,а потоа со декодирање се прикажуваат на покажувачот (англиски display), во облик на децимален број.

Во електронските теодолити има вградено т.н. компензатор кој преку сензор го мери наклонот на вертикалната оска на теодолитот,а потоа со микропресметувач автоматски се врши корекција доколку оската не е вертикална и го поправа вертикалниот агол и хоризонталниот правец.

Научив

- кои се главни делови на електронските теодолити;
- во што се разликуваат електронските од оптичките теодолити;
- за што служат компензаторите во електронските теодолити;
- како се врши читање на аглиите кај електронските теодолити.

2.2 ПОСТАВУВАЊЕ НА ТЕОДОЛИТИТЕ

Знам

- за што служат теодолитите;
- кои се главни делови на теодолитите;
- која е разликата меѓу оптички и електронски теодолити.

При мерење на агли теодолитите се поставуваат на стативи над геодетските точки. Во некои случаи теодолитот се поставува директно врз геодетската точка доколку таа е стабилизирана со бетонски столб.

Стативот се состои од три ногари и глава. Ногарите на стативот се изработуваат од дрво или од алуминиум, а на долниот дел имаат метални шилци кои со нога се забодуваат во теренот.

Ногарите на стативот се со променлива должина за да се прилагодуваат спрема висината на мерачот. На горниот дел ногарите се поврзани со рамна метална плоча која се нарекува глава на стативот. Во средината на главата на стативот има отвор со пречник од 30 до 50 mm, низ кој поминува централен винт со кој се прицврстува теодолитот за главата на стативот.



Сл.16. Стативи за теодолити: 1. ногари, 2. глава на стативот, 3. централен винт.

Стативите покрај за поставување на теодолити се користат и за поставување на други геодетски инструменти, како што се нивелирите, антените за GPS уредите и за поставување на сигнални призми.

Научив

- како изгледа стативот за поставување на теодолитите;
- како се прицврстуваат теодолитите за стативот;
- какви видови на стативи се користат за теодолитите.

2.3 ХОРИЗОНТИРАЊЕ НА ТЕОДОЛИТИТЕ

Знам:

- кои се главни делови на теодолитите;
- кои се главни оски на теодолитите;
- што е визура;
- зошто служат либелите;

Сакам да научам:

- Зошто служи хоризонтирањето на теодолитите?
- Како се врши хоризонтирање на теодолитите?

Главни услови кои треба да ги исполнуваат теодолитите се;

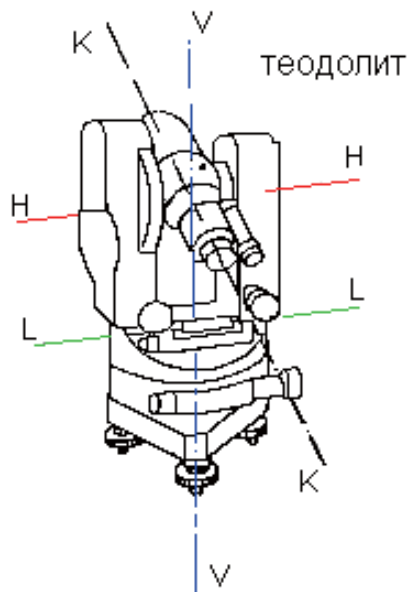
- $LL \perp VV$ - оската на либелата да е нормална на вертикалната оска;
- $KK \perp HH$ - визурната оска да е нормална на хоризонталната оска;
- $HH \perp VV$ - хоризонталната оска да е нормална на вертикалната.

Да се **хоризонтира** теодолитот значи главната оска на теодолитот да се доведе во вертикална положба.

Хоризонтирањето е многу важно затоа што секое отстапување на вертикалната оска од правилната положба има влијание врз точноста при мерењето.

Пред да се изврши хоризонтирање на теодолитот треба да се провери исправноста на цевкестата либела на теодолитот, односно дали оската на либелата е нормална на вертикалната оска на теодолитот.

Постапката за испитување и поправање на наведениот услов се вика **ректификација** на алхидадината либела.



Сл.17.Оски на теодолитот:

VV-вертикална оска,
HH-хоризонтална оска,
KK-визурна оска,
LL-оска на либелата.

Ректификацијата на алхидадината либелата се изведува на следниот начин:

Либелата се поставува во правец на два положбени винта и со нивна помош се доведува да врхуни. Потоа либелата се врти за 180° , ако либелата врхуни условот е исполнет.

Ако меурот не врхуни се врши исправка на тој начин што половина од отстапувањето се поправа со положбените винтови во чиј правец е поставена либелата, а другата половина со корекционите винтови на либелата.

По извршената ректификација на либелата се пристапува кон хоризонтирање на теодолитот.

Хоризонтирањето на теодолитот се врши на следниот начин:

На приближно хоризонтално поставена глава на стативот се поставува теодолитот кој со централниот винт лесно се зацврстува за стативот.

Потоа со вртење на алхидадата се доведува цевкестата либела во правец на два положбени винтови.

Со вртење на двата винта во спротивни правци се дотерува либелата да врхуни.

Потоа со вртење на алхидадата се доведува либелата во правец на третиот положбен винт и ја дотеруваме да врхуни со тој винт. Постапката се повторува се додека либелата не врхуни во било кој правец.

Кај електронските теодолити се врши дигитално хоризонтирање на теодолитот. Кај овие теодолити наместо обична алхидадна либела е вградена “дигитална либела“ со чија помош се отчитуваат наклоните на вертикалната оска во правец на визирањето и во правец на хоризонталната оска.

Теодолитот е хоризонтиран кога со помош на положбените винтови се намести читање на нула на дигиталната либела.

Научив

- кои главни услови треба да ги исполнува теодолитот;
- што е хоризонтирање на теодолит;
- што е ректификација на либела;
- како се врши хоризонтирање на оптички теодолити;
- како се врши хоризонтирање на електронски теодолити.

2.4 ЦЕНТРИРАЊЕ НА ТЕОДОЛИТИТЕ

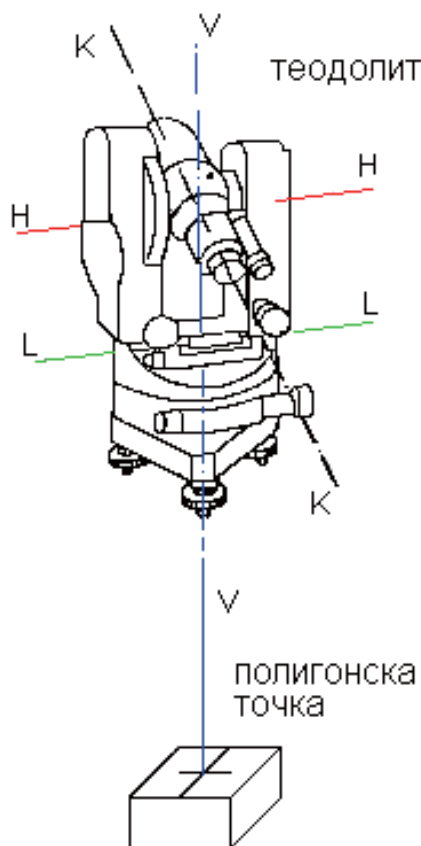
Знам:

- како се врши хоризонтирање на оптички теодолити;
- како се врши хоризонтирање на електронски теодолити;

Сакам да научам:

- Што се подразбира под центрирање на теодолитот ?
- Како се врши центрирање на теодолити ?

Центрирањето служи да ја намести вертикалната оска на теодолитот, да поминува низ центарот на точката над која е поставен теодолитот. Центрирањето на теодолитот е поврзано со неговото хоризонтирање.



Сл.18. Скица на положба на теодолит при центрирање

Запомни

Центрирање на теодолит значи доведување на вертикалната оска на теодолитот да поминува низ центарот на геодетската точка

При центрирање на теодолитот се користи висок кој може да биде обичен крут или оптички.

Обичниот висок се состои од тег во облик на конус со врвот свртен надолу, кој е врзан за конец. Конецот на високот се закачува за кука која се наоѓа на централниот винт на главата на стативот.

Висок е прибор кој го покажува правецот на вертикалата

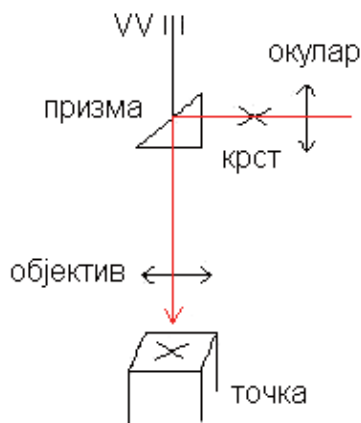


Сл. 19. Висоци

Крутиот висок се состои од две метални цевки кои можат да се извлекуваат . Горната цевка се прицврстува на централниот винт на главата на стативот, а долната цевка има кружна либела која треба да се доведе до врхуни со поместување на ногарите на стативот.

Најчесто центрирањето на теодолитите се врши со оптички висок кој е поставен во алхидадата на теодолитот.

Оптичкиот висок се состои од објектив кончаница , призми за промена на светлосниот зрак за 90° и окулар.



Сл. 20. Шема на оптички висок

Во пракса постапката за хоризонтирање и центрирање на теодолитот може да се изврши брзо на следниот начин: главата на стативот се поставува приближно над геодетската точка и во приближно хоризонтална положба во просторот. Теодолитот со централниот винт се прицврстува за главата на стативот. Со гледање низ окуларот на оптичкиот висок и со вртење на положбените винтови на теодолитот се доведува до положбата центарот на кончаницата на оптичкиот висок да се поклопи со центарот на геодетската точка. Потоа се врши хоризонтирање на теодолитот ,односно се доведува либелата на алхидадата да врхуни, а центрирањето се поправа со поместување на теодолитот по главата на стативот. Ако има потреба по поместувањето на теодолитот се повторува хоризонтирањето.

Во поново време наместо оптички висок се користи ласерски висок кај кој визурата представува ласерски сноп на зраци.

Ласерскиот висок исто така е вграден во алхидадата на теодолитот, а неговиот зрак е во правец вертикалната оска на теодолитот. Постапката за центрирање и хоризонтирање е иста како со оптичкиот висок.

Научив:

- што е центрирање на теодолити;
- какви видови на висоци се користат кај теодолитите;
- како се врши центрирање на теодолити.

2.5 НИВЕЛИРИ

Знам

- со што се занимава геодезијата;
- што е надморска висина;
- што е висинска разлика.

За прикажување на теренот во вертикална смисла потребно е да се одредат надморските висини на точките, односно нивното вертикално растојание од нивото на морето. Ова се прави со мерење на висински растојанија меѓу точките на теренот кои се додаваат или одземаат од точките кои имаат познати надморски висини.

За мерење на висински разлики помеѓу точките на теренот се користат инструменти наречени нивелири и прибор нивелмански летви.

Нивелирите се инструменти за геометриско одредување на висинските разлики кои се користат кога нивната визура е хоризонтална. Тоа се постигнува со либели и компензатори, а висинските разлики се добиваат при директното мерење на теренот.



Сл. 21. Нивелири

Нивелирите се едноставни инструменти кои на долниот дел имаат три положбени винта кои служат за хоризонтирање на подножната плоча.

Подножната плоча со помош на централен винт се прицврстува за главата на стативот.

Нивелирите имаат хоризонтален круг за мерење на хоризонтални агли.

Горниот дел на нивелирот се врти околу вертикалната оска, а негов главен дел е дурбинот.

Важно

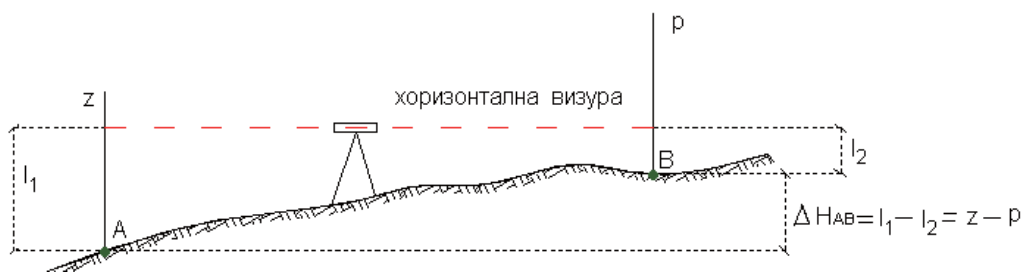
Дурбинот на нивелирот и неговата визура при мерењето мора да бидат хоризонтални

Со нивелирите се врши геометриско мерење на висинските разлики, на тој начин што на точките меѓу кои се мери висинската разлика се поставуваат вертикално нивелмански летви, а на средина меѓу нив се поставува нивелирот.

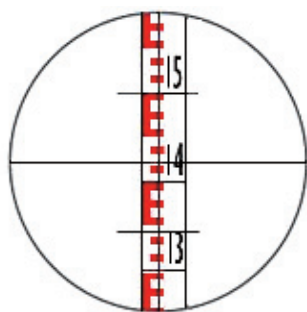
При мерењето со нивелирот се визира на нивелманските летви при што визурата му е хоризонтална.

Нивелманските летви имаат должина 3 или 4 m. Изработени се од дрво или метал, може да се преклопуваат за полесен транспорт или да се извлекуваат (телескопски летви).

Со читање на нивелманските летви се одредува висинската разлика меѓу точките на тој начин што од читањето на едната летва се одзема читањето на другата летва.



Сл. 22. Мерење на висинска разлика со нивелир



Сл. 23. Пример за читање на нивелманска летва

За одредување на висински разлики меѓу далечни точки потребно е постепено да се пренесуваат висините од точка до точка.

Нивелирите се поделени на:

- оптички и
- дигитални.

Оптичките нивелири се составени од долен и горен дел.

Долниот дел се состои од подножна плоча со три положбени винта, кои служат за хоризонтирање на нивелирот. Долниот дел на нивелирот со помош на централен винт се прицврстува за главата на стативот.

Горниот дел на нивелирот се врти околу вертикалната оска. Главен дел на горниот дел на нивелирот е дурбинот во кој е поставен компензатор. Кај старите нивелири наместо компензатор на дурбинот е поставена либела.

Горниот дел може да се закочува, а со винтот за фино движење може да се поместува за мали вредности.

Компензаторот кај нивелирот служи за автоматско хоризонтирање на визурата. Тој е оптичко механички уред кој е поставен во дурбинот меѓу објективот и кончаницата.

Компензаторот има за задача да при закосен дурбин, односно при наведната вертикална оска ја доведе визурата во хоризонтална положба во просторот.

Со компензаторот се врши корекција на визурата кога таа е накосена за мали вредности кои се движат 5–30' (минути).



Сл.24. Поставување на нивелир на статив со нивелмански летви

Нивелмански летви се прибор на кој се нанесени единици за мерење на должина од кои се читаат висинските разлики

Како кај теодолитите така и кај нивелирите се врши испитување на исправноста на главната вертикална оска, визурната оска и оската на кружната либела. Вертикалната оска на нивелирот за време на мерењето мора да биде вертикална. Визурната оска мора да биде хоризонтална во просторот. Оската на кружната либела мора да биде паралелна со главната вертикална оска .

При нивелирањето главен услов кај нивелирот е при вертикална положба на главната оска визурната оска мора да ја постави хоризонтална во просторот.

Ако овој услов не е задоволен ќе дојде до погрешно мерење на висинските разлики.

Дигиталните нивелири се изработени исто како и оптичките нивелири со компензатор. Оптичките и механичките делови се исти . Кај овие нивелири со помош на фотодиоди, аналогно–дигитални претворувачи и процесор на екранот на нивелирот се прикажува должината од нивелирот до летвата и читањето на летвата. Со помош на тастатурата во нивелирот можат да се внесуваат податоци и да се управува со работата на нивелирот. Мерењите податоци се регистрираат во нивелирот .

Нивелирот има разни програми кои овозможуваат контрола и обработка на добиените податоци како што се читање на летвата, должината бројот на точката , висинската разлика и др. Податоците од нивелирот можат по електронски пат да се пренесат во компјутер за понатамошна обработка.

Дигиталните нивелири користат дигитални нивелмански летви со бинарен код, наречени кодирани летви на кои од другата страна на летвата има класична поделба во единици мерки за должина. Кодираниите летви имаат должина од 1,35 m , 2.70 m , или 4.05 m.



Сл.25. Дигитални нивелири

Научив:

- како изгледаат оптичките нивелири;
- како изгледаат дигиталните нивелири;
- како се определува висинска разлика меѓу две точки со нивелир.

2.6 ДАЛЕЧИНОМЕРИ

Знам

- што е должина
- кои се мерни единици за должина

За мерење на должини во геодезијата се користат :

- оптички далечиномери
- електромагнетски далечиномери

2.6.1 ОПТИЧКИ ДАЛЕЧИНОМЕРИ

Потсети се:

- за што се користат нивелирите;
- како изгледа оптичкиот нивелир;
- како изгледа оптичкиот висок;
- која е разликата меѓу оптички и електронски нивелир.

Сакам да научам:

- Како изгледаат оптичките далечиномери?
- Како се мери со оптичките далечиномери?

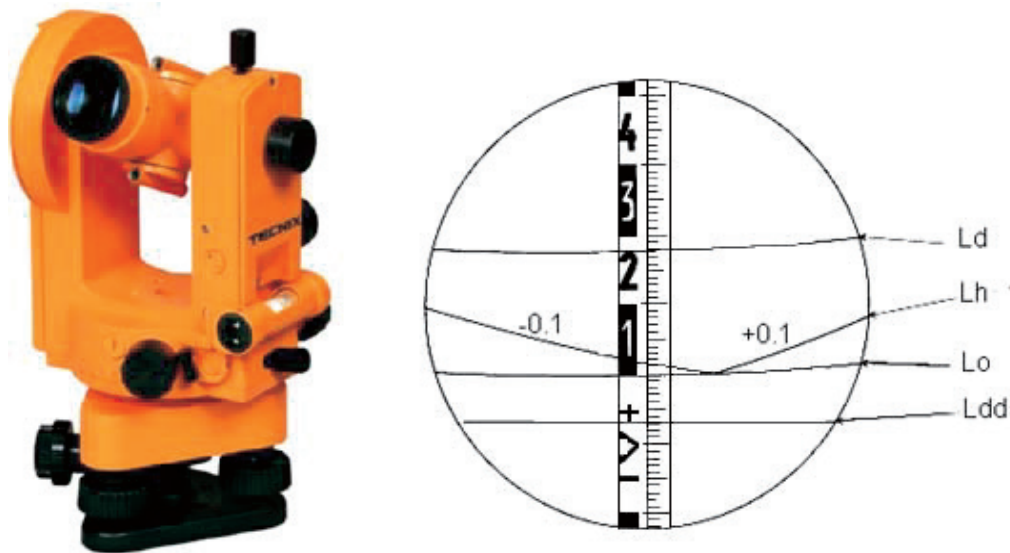
Оптичките далечиномери мерењето го вршат со помош на криви линии кои се поставени во видното поле на дурбинот и тахиметриска летва со поделби која се држи на крајната точка на должината.

Најпознати оптички далечиномери се авторедукционите далечиномери познати како авторедукциони тахиметри со чија помош по мерењето се пресметуваат хоризонталните должини и висинските растојанија.

Оптичките далечиномери се исти со оптичките теодолити од кои се разликуваат по тоа што во видното поле на дурбинот имаат дијаграм, за мерење должини и висини додека оптичките теодолити имаат кончаница. Со помош на кривите од дијаграмот се врши читање на отсечки на тахиметриската летва со кои се врши пресметување на редуцираните должини, како и висинските разлики.

Во видното поле на авторедукциониот далечиномер се гледаат следните линии:

- L_0 -нулта линија;
- L_d -линија за мали должини;
- L_h -линија за висини;
- L_{dd} - линија за големи должини.



Сл.26. Видно поле на авторедукционен далечиномер

Тахиметриската летва има поделба во единици за должина од која се читаат должини и висински разлики со оптички далечиномери

По отчитувањето на летвата должината и висинската разлика се одредуваат по равенките:

$$Dh = (Ld - Lo) \cdot Kd$$

$$\Delta h = (Lh - Lo) \cdot Kh + i - r$$

каде што:

Kd – мултипликациска константа за должини;

Kh – константа на линиите за висина;

i – висина на инструментот;

r – висина на реперот на летвата (висина на нултата линија).

Пример:

$$Lo = 0.100$$

$$Ld = 0.279$$

$$Lh = 0.116$$

$$i = 1.62 \text{ m}$$

$$r = 1.4 + 0.10 = 1.50 \text{ m}$$

$$Kh = -0.1$$

$$Kd = 100$$

$$Dh = (Ld - Lo) \cdot Kd = 17,9 \text{ m}$$

$$\Delta h = (Lh - Lo) \cdot Kh + i - r = -0.04 \text{ m}$$

2.6.2 ЕЛЕКТРОМАГНЕТСКИ ДАЛЕЧИНОМЕРИ

Принципот на кој се врши мерење на должини со електромагнетски далечиномери се состои во мерење на времето за кое електромагнетскиот бран ќе ја помине должината во двете насоки.

На почетната точка се поставува далечиномерот ,односно приемникот, а на крајната точка на должината се поставува рефлектор.

Основната равенка по која се одредува должината гласи:

$$2D = c \cdot t$$

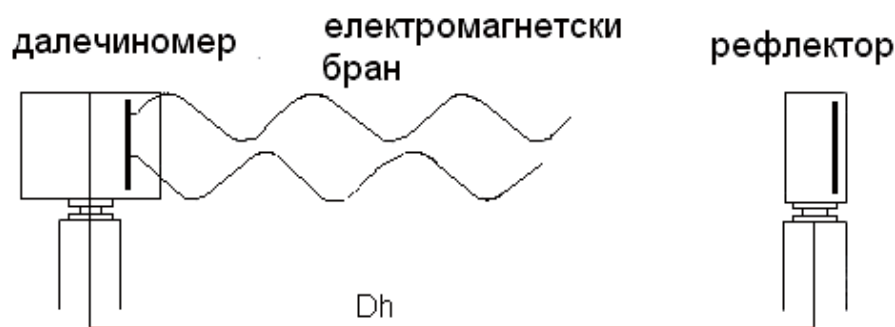
$$D = \frac{1}{2} c \cdot t = k \cdot t$$

Каде е

$K = \frac{1}{2} \cdot c$ -мултипликациска константа

t - време потребно сигналот да ја помине должината двапати (напред и назад)

c – брзина на светлината



Сл.27. Шема на електромагнетски далечиномер.Dh-хоризонтална должина

Знаејќи ја брзината со која се движи електромагнетскиот бран за одредување на должината потребно е да се измери времето. За мерење на времето се користат разни технички решенија со кои може да се измери време и до 10 на -12 секунди (пикосекунди).

Самото мерење со електромагнетските далечиномери се изведува така што сигналот се испраќа од приемникот до рефлекторот ,од каде повторно се враќа во приемникот.

Најпознати електромагнетски далечиномери се електрооптичките далечиномери кои како електромагнетски бранови користат видлива светлина и инфрацрвена светлина. Кај овие далечиномери точките меѓу кои се мери должината мора да се догледуваат.

На едната точка се поставува инструментот ,а на другата рефлекторот ,односно призма која ги враќа зраците во приемникот на далечиномерот. На инструментот се покажува измерената должина меѓу двете точки.

За мерење на мали должини се користат и далечиномери со ласерска светлина, кај кои не е потребен рефлектор ,бидејќи ласерската светлина се одбива од објектот до кој се мери должината. Со помош на ласерската светлина можат да се измерат должини до 300 метри без користење на рефлектор на крајната точка.

Ласер (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) е уред со кој се врши зголемување на светлината со помош на соодветно средство кое при доведување на енергија ја зголемува оптичката светлина. Како активно средство во ласерите се користат цврсти кристални тела, течности и гасови. Иако снагата на ласерот е мала не треба да се гледа во ласерот за да не дојде до оштетување на видот.

Како рефлектор кај електрооптичките далечиномери се користат една или повеќе призми кои се поставуваат на статив.

За мерење на мали должини во најново време се произведуваат и рачни ласерски далечиномери ,кои работат на ист принцип како електромагнетските далечиномери за големи должини. Ласерот кај овие инструменти емитува сноп од црвена светлост која се одбива од точката до која се мери должината и се враќа во инструментот . Во инструментот се регистрира времето и на екранот се покажува вредноста на должината.



Сл.28. Рачен ласерски далечиномер

Научив:

- како изгледаат оптичките далечиномери;
- која е разликата меѓу теодолит и оптички далечиномер;
- како се одредуваат должини со оптички далечиномер;
- како се одредуваат висински разлики со оптички далечиномер;
- кои се основни делови на електромагнетските далечиномери;
- на кој принцип работат електромагнетските далечиномери;

2.7 ТАХИМЕТРИ

Тахиметри се инструменти за директно мерење на хоризонтални и вертикални агли и мерење на должини и висински растојанија. Составени се од два основни дела и тоа теодолит и далечиномер.

Тахиметрите може да бидат :

- оптички тахиметри
- електронски тахиметри

2.7.1 ОПТИЧКИ ТАХИМЕТРИ

Оптичките тахиметри се составени од теодолит и оптички далечиномер.

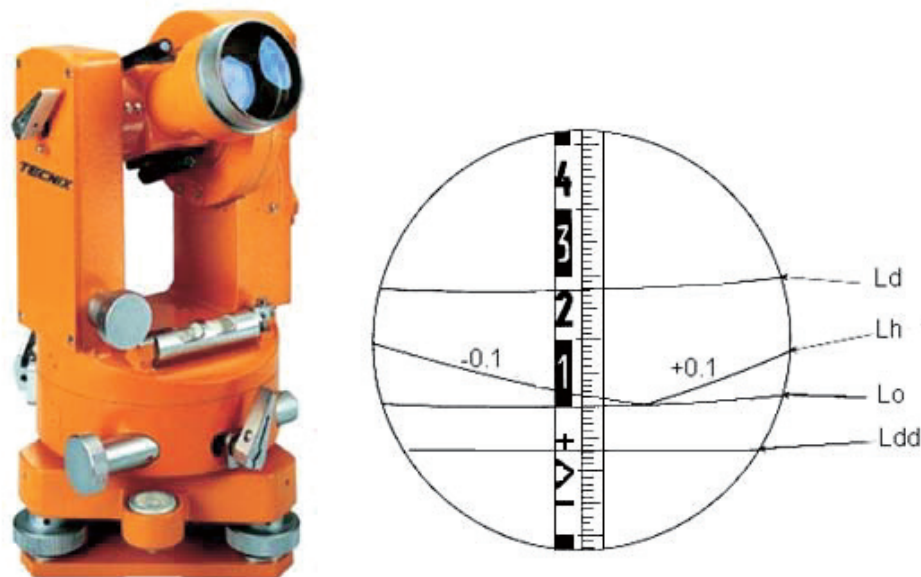
Од оптичките тахиметри најпознати се авторедукционите тахиметри кај кои во видното поле на дурбинот се гледаат три криви со чија помош се читаат отсечки на тахиметриска летва .

Со помош на равенки се определува висинско растојание и хоризонтална должина.

Овие инструменти покрај должината и висинската разлика ги мерат и хориизонталните и вертикалните агли.

Читањето на летвата како и пресметувањето на должините и висинските разлики е прикажано во лекцијата оптички далечиномери.

Денеска овие инструменти ретко се употребуваат бидејќи нив ги заменуваат електронските тахиметри.



Сл. 29. Оптички тахиметар со видно поле на дурбинот

2.7.2 ЕЛЕКТРОНСКИ ТАХИМЕТРИ

Знам:

- за што служат теодолитите;
- како изгледаат електронските теодолити;
- како изгледаат електронските нивелири;
- што се мери со оптичките далечиномери;
- како изгледа видното поле на дурбинот кај оптичките далечиномери;
- за што служат тахиметриските летви.

Електронските тахиметри мерењето на должините го вршат врз база на времето кое на електромагнетскиот бран му е потребно да го помине од почетната до крајната точка на должината и назад. На почетната точка се поставува тахиметарот кој емитува електрооптички зраци (инфрацрвени или ласерски), а на крајната точка рефлектор (призма) од кој зраците се одбиваат и се враќаат во инструментот на кој се регистрира измерената должина.

Во најново време во геодезијата голема примена за мерење на должини висински разлики и агли во тахиметриското мерење на теренот имаат електронските тахиметри наречени мерни станици (на Англиски total station).

Мерните станици се инструменти со кои се мерат агли, должини, висински разлики, а мерењето се врши електронски и автоматски. Во самиот инструмент се вградени и софтвери со кои се вршат одредени пресметки и одредување на координатите X, Y и Z на мерените точки директно во самиот инструмент. Работат на батерија.



Сл.30. Електронски тахиметар (total station): 1. подножје, 2. положбен винт, 3. објектив, 4. оптички висок, 5. екран со тастатура, 6. оптички нишан, 7. рачка за носење.

Мерните станици се составени од три основни единици и тоа;

- електронски теодолит
- електрооптички далечиномер и
- микропроцесор.

Со нив можат да се мерат должини до 3000 m , со отстапување најмногу до 1 cm.

При мерењето со мерните станици на едната точка се поставува инструментот ,а на другата се поставува една или повеќе оптички призми.

Со кончаницата на дурбинот се визира во центарот на призмата која при мерењето треба да биде вертикална.

Призмата може да се поставува на статив или на телескопска значка со која се држи призмата на потребната висина над теренот.



Сл.31. Призми и опрема за поставување на призми

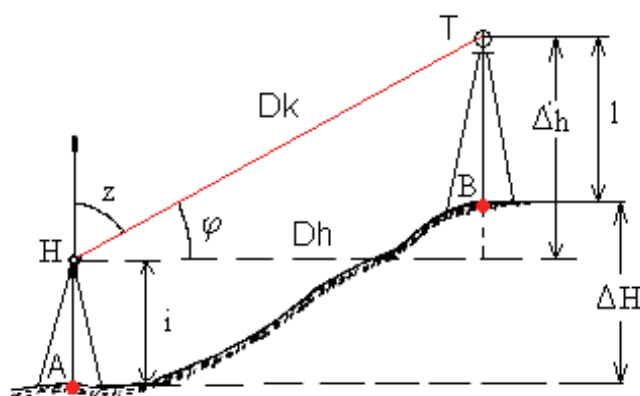
Светлосниот зрак кој го емитува инструментот се одбива од призмата и се враќа во инструментот при што на екранот на инструментот се чита должината , висинската разлика , хоризонталниот и вертикалниот агол и координати на точката во која е поставена призмата.

На мерните станици од двете страни на инструментот се поставени копчиња и екран. Со помош на копчињата на тастатурата се врши вклучување и исклучување на инструментот од работа , се задаваат наредби за мерење на

хоризонтални и вертикални агли, за мерење на должини и висински разлики , како и наредби за пресметка на просторните координати на точките на теренот X , Y и Z.

На тастатурата има копче за мени со кое се избираат и дополнителни операции кои можат да се вршат со овие инструменти , како што е мерење на фронтови меѓу две точки на кои се поставени призми.

Објасни го принципот на мерење со електронски тахиметри



Сл.32. Тригонометриско мерење на висински разлики: Dk- коса должина, Dh- хоризонтална должина

При мерењето на висинските разлики меѓу точките на теренот, со електронските тахиметри се одредува висинското разлика Δh меѓу хоризонталната оска на тахиметарот (H) и точката на која е визирано (T) , а тоа најчесто е сигналната призма .

За да се одреди висинската разлика меѓу точките на теренот A и B потребно е да се измери висината на инструментот (i), и висината на визираната точка, односно висината на призмата (l) и тие податоци да се внесат во инструментот кој автоматски ќе ја одреди висинската разлика. Висинската разлика во овој случај може да се одреди и со равенката;

$$\Delta H = \Delta h + i - l$$

Ако претходно во инструментот се внесени надморската висина на точката во која стои инструментот , висината на инструментот и висината на визираната точка (сигнална призма) , инструментот автоматски ја одредува надморската висина на мерената точка.

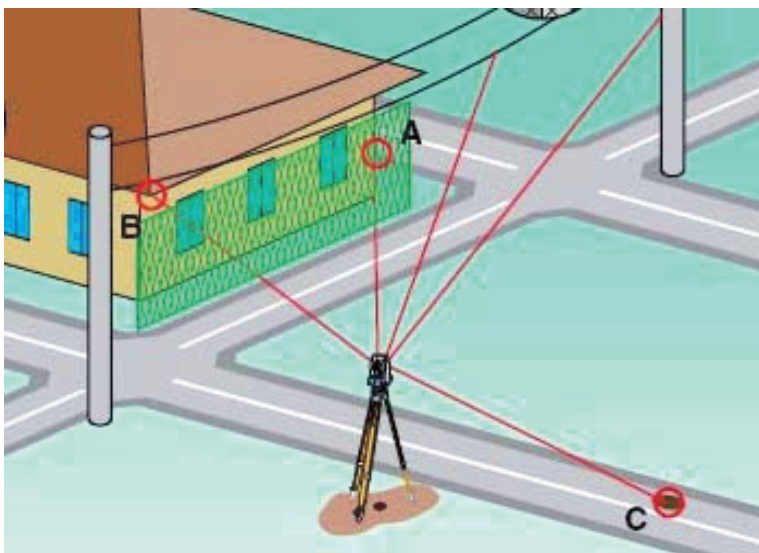
Во овие инструменти се вградени и програми со кои врз основа на измерените податоци можат да се пресметаат правоаголните координати на точките X и Y.

Податоците од инструментот можат да се пренесат на компјутер на кој со посебни програми се врши картирање на теренот врз основа на податоците од мерењето со електронскиот тахиметар.

Во последно време мерењето на должините се врши со ласерски инструменти за кои не е потребна призма.

Ласерскиот зрак кој го емитира инструментот се одбива од разни површини, односно објекти.

При мерењето се врши само визирање на деталната точка а инструментот автоматски во електронска форма ги покажува вредностите на мерените должини, висини и агли.



Сл.33. Мерење со ласерски инструмент без призма

Во најново време се произведуваат мерни станици кои работат автоматски. Овие станици имаат вградено мотор за вртење на инструментот и сензори со кои сами автоматски ги пронаоѓаат сигналните призми на теренот и автоматски го вршат визирањето и мерењето. Овие станици се познати и под името роботмерни станици.

Научив

- како работат електронските тахиметри;
- од што се составени електронските тахиметри (мерните станици);
- како се врши мерење со електронските тахиметри (мерните станици);
- како изгледаат оптичките призми за мерните станици;
- како работат ласерските електронски тахиметри.

2.8 GPS ИНСТРУМЕНТИ

Знам

- што се координати на точки;
- колку координати имаат точките во просторот;
- што е надморска висина;
- за што служат геодетските инструменти.

Сакам да научам

- Како работат GPS уредите ?

Положбата на точките во рамнина се одредува со две координати .Во правоаголниот координатен систем тоа се апсцисата и ординатата (x, y), а во поларниот тоа се должината и хоризонталниот агол (D, α).

За одредување на положбата на точките во просторот потребна е и трета координата , а тоа е надморската висина на точката (z).

Ако се одредуваат две координати таквото мерење се вика 2D мерење, а ако се одредуваат три координати таквото мерење се нарекува 3D мерење.

Во најново време за одредување на координатите и надморската висина на геодетските точки на Земјината површина во геодезијата се користат инструменти наречени **GPS** (Глобален позиционирачки систем).

За таа цел во орбитата на Земјата се поставени вештачки сателити на кои се поставени радиопредаватели и приемници со кои емитуваат радио бранови кон Земјата.

Во орбитата на Земјата се наоѓаат 27 сателити на оддалеченост од 20 000 километри кои во кружни орбити кружат околу Земјата. Земјата ја обиколуваат за време од околу 12 часа.

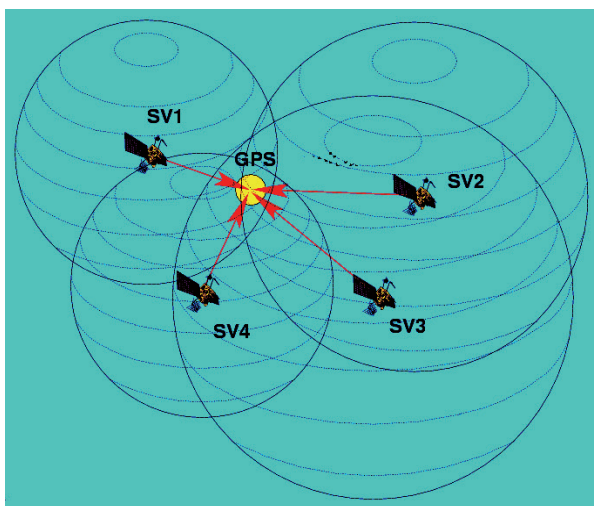
На површината на Земјата се поставуваат GPS уреди кои се составени од антена и приемник и контролник со електронска опрема со чија помош можат да се одредат 3D координатите на геодетските точки на Земјата.



Сл. 34. GPS инструменти

Овие инструменти работат на принципот на мерење на времето кое е потребно електромагнетските радиобранови да го поминат растојанието од сателитите до приемникот на површината на Земјата.

Знаејќи ја положбата на сателитите и брзината на електромагнетските бранови инструментот во посебен програм ги одредуваат растојанијата на геодетските точки од сателитите како и координатите на точките доколку небото е чисто кон најмалку четири сателити, и тоа со многу голема точност.



Сл.35. Принцип на GPS



GPS уредите се поставуваат на теренот и по приемот на радиобрановите од сателитите (минимум 4) по одредено време ги покажуваат координатите на точките во кои се поставени. Во најново време GPS уредите се поставуваат на електронските тахиметри со што на точката во која е поставен инструментот веднаш и се одредуваат координатите. Координатите на останатите точки на теренот се добиваат со мерење на должините и аглиите со тахиметарот.

Сл. 36. Мерна станица со GPS инструмент.

Научив:

- на кој принцип работи GPS уредот;
- што се одредува со GPS уредот;
- што покажува GPS уредот кој е поставен на мерна станица.

3. ГЕОДЕТСКИ МЕРЕЊА НА ТЕРЕН

Знам:

- што е мерење;
- кои геометриски елементи се мерат во геодезијата;
- зошто се врши мерење на теренот;
- што се координати на точки;
- што е надморска висина;
- какви инструменти се користат за мерење во геодезијата.

Геодеетските мерења на површината на земјата се состојат од ;

1. Поставување на постојани геодеетски точки

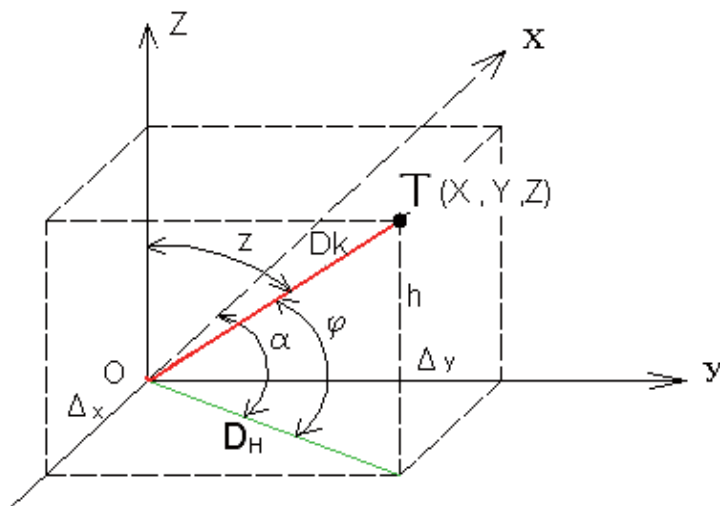
- поставување на тригонометриска мрежа;
- поставување на нивелманска мрежа;
- поставување на полигонска мрежа.

2. Детални мерења на теренот

- ортогонално снимање на теренот
- поларно снимање на теренот

Крајна цел на геодеетските мерења е да се одреди положбата на точките во просторот.

Положбата на точките на теренот е одредена со три координати X , Y и Z . Со првите две координати се определува положбата на точките во рамнина. Со третата координата се определува надморската висина на точките, односно вертикалното растојание на точките од површината на морето.



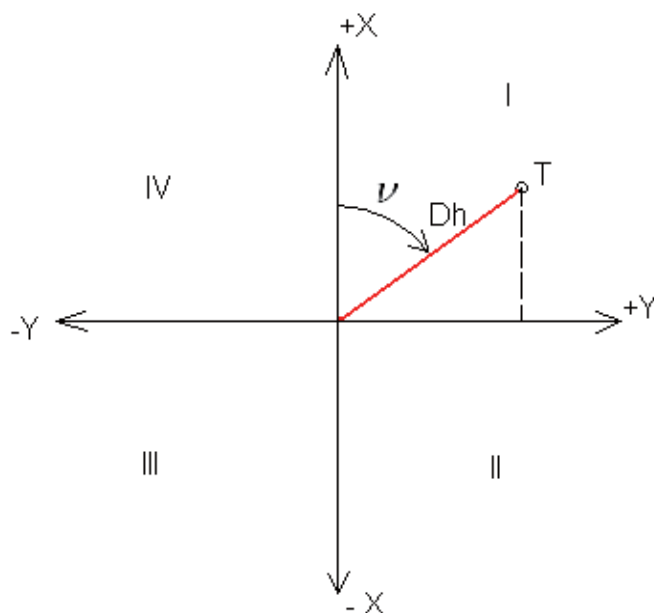
Сл. 37. Просторен координатен систем: D_k –коса должина, D_H - хоризонтална должина, h – надморска висина, α -хоризонтален агол , φ – вертикален агол.

Со мерењето на должините и аглите по површината на земјата се добиваат податоци со кои може тој дел од Земјината површина да се претстави на план.

Секоја точка од Земјината површина на планот е одредена со бројни вредности наречени **координати** (x, y, z).

Координатите се нанесуваат на планот во **правоаголен координатен систем** кој се состои од две оски **X-оска** и **Y-оска**.

Овие две оски меѓусебе се нормални една на друга, а точката во која се пресекуваат се нарекува координатен почеток.



Сл. 38. Правоаголен координатен систем: ν -дирекционен агол, Dh-хоризонтална должина.

Во правоаголниот координатен систем, X-оската е во правец на меридијанот (север- југ) и поминува низ координатниот почеток.

Правецот на X-оската спрема горе, односно кон север е позитивен и има знак + (плус), а правецот кон долу има знак – (минус).

Правецот на Y-оската е исток- запад при што кон исток правецот е позитивен и има знак + (плус), а кон запад негативен и има знак – (минус).

Запомни

Меридијан е рамнина која стои нормално на екваторот и поминува низ половите на Земјата, односно рамнина која поминува низ малата оска на Земјиниот елипсоид

Оските X и Y го делат координатниот систем на четири еднакви делови кои се нарекуваат **квадранти**.

Во зависност од предзнакот на своите координати по X и по Y оската, точките на планот може да бидат нанесени во сите четири квадранти.

Пример:

- точката е во I квадрант ако има координати $+Y$ и $+X$;
- точката е во II квадрант ако има координати $+Y$ и $-X$;
- точката е во III квадрант ако има координати $-Y$ и $-X$;
- точката е во IV квадрант ако има координати $-Y$ и $+X$.

Во координатниот систем точките можат да бидат нанесени со помош на правоаголни и со помош на поларни координати.

Правоаголните координати се одредуваат врз основа на нормалното растојание на точката од Y и од X оската. Во пресекот на Y и X координатата се наоѓа бараната точка.

Координатите на точките се задаваат со пишување на буквата на точката, а до неа во заграда вредноста на X и Y координатата меѓу себе раздвоени со запирка.

Поларните координати се одредуваат со хоризонталната должина односно растојание на точката од координатниот почеток Dh и со агол кој го затвора должината со позитивниот дел на X оската v -ни.

Аголот кој го затвора позитивниот дел од X -оската со должината се нарекува дирекционен или насочен агол и се обележува со грчката буква v – ни.

Вежба

- Нацртај правоаголен координатен систем во кој ќе ги нанесеш точките A , B , C и D со координати $A(5, 2)$, $B(-3, -2)$, $C(-4, 3)$ и $D(3, -3)$.
- Нацртај правоаголен координатен систем и нанеси ја точката A зададена со поларни координати: должина 5 cm и дирекционен агол 30°

Научив:

- од што се состојат геодетските мерења на терен
- како изгледа правоаголниот координатен систем;
- што се координати на геодетски точки;
- како се одредува во кој квадрант припаѓа некоја точка;
- како се одредуваат правоаголни координати;
- со што се одредуваат поларните координати.

3.1 ГЕОДЕТСКИ МРЕЖИ И ТОЧКИ

Знам:

- за што служи координатниот систем;
- што се координати на точки ;
- какви координати се користат кај геодетските точки.

Сакам да научам:

- Што се геодетски мрежи?
- Како се изработуваат геодетските мрежи?

За да може да се изврши мерење на поголем или помал дел од површината на Земјата и да се претстави на план , на површината на Земјата се поставуваат точки кои се нарекуваат **геодетски точки** .

Меѓусебно поврзани геодетските точки формираат мрежа која се нарекува **геодетска мрежа**.

Врз основа на основното правило кое се користи во геодезијата “ **од поголемо кон помало** “ што значи најпрво да се мерат големите должини и површини ,а потоа помалите, во геодезијата најпрво се поставуваат и одредуваат координати на точките во тригонометриската мрежа , потоа се поставуваат и одредуваат координатите на точките во полигонската мрежа па координатите на точките во линиската мрежа и на крајот се врши мерење и одредување на координатите на деталните точки на теренот.

За одредување на надморските висини на теренот најпрво се поставуваат и одредуваат надморски висини на точките во нивелманската мрежа (реперите) а потоа надморските висини на деталните точки на теренот.

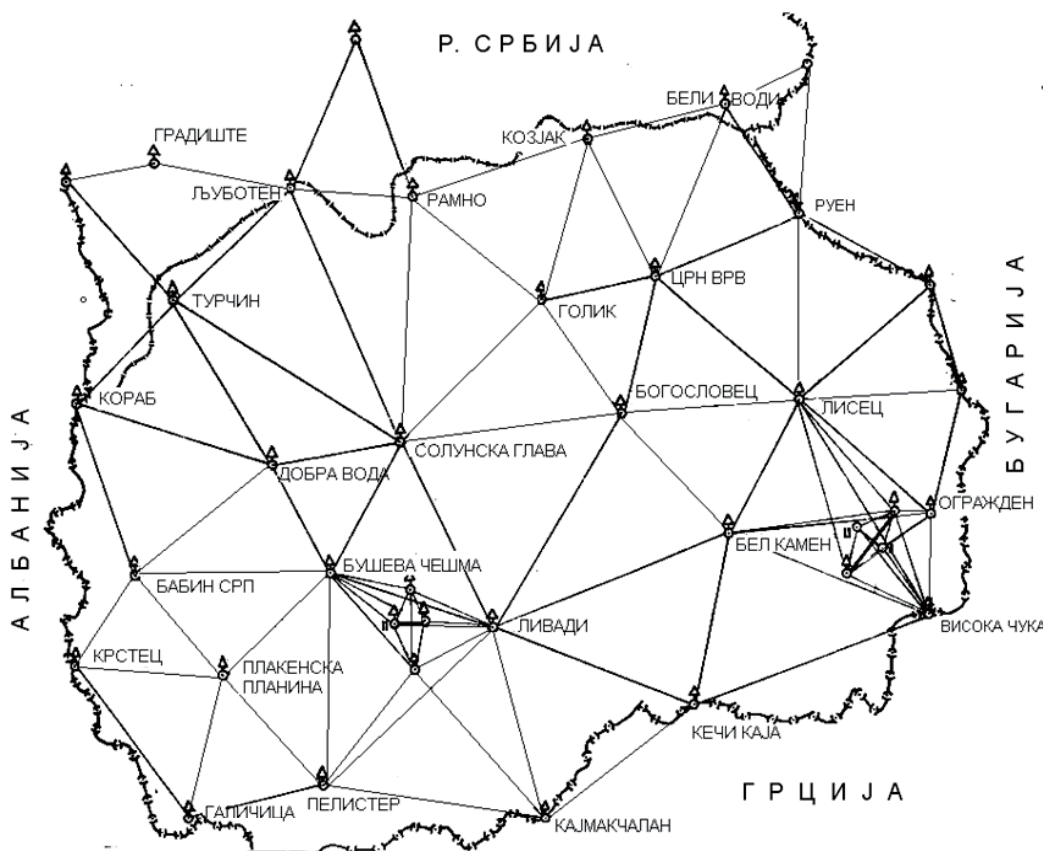
Според ова во геодезијата најголема примена имаат следните геодетски мрежи:

- тригонометриската мрежа;
- полигонската мрежа;
- линиската мрежа; и
- нивелманската мрежа

3.1.1 ТРИГОНОМЕТРИСКА МРЕЖА

Тригонометриската мрежа се состои од основни точки кои се поставени така да меѓусебе сочинуваат мрежа од триаголници. Точките во оваа мрежа се нарекуваат тригонометриски точки, а мрежата се нарекува тригонометриска мрежа или **триангулација**.

Тригонометриската мрежа се користи за хоризонтална проекција на Земјината површина на карти и план.



Сл. 39. Тригонометриска мрежа во Република Македонија

Запомни

Геодетска мрежа составена од меѓусебно поврзани триаголници со кои е опфатена површината на земјата се нарекува **тригонометриска мрежа**.

Бидејќи при секое мерење се прават грешки во геодезијата се користи правилото да се оди “од поголемо спрема помало“ ,односно од поточни мерења кон мерења со помала точност со цел да се избегнат грешките при мерењето.

Заради овој принцип најпрво се поставуваат тригонометриски мрежи кај кои точките се наоѓаат на поголеми растојанија, а потоа тригонометриски мрежи кај кои точките се поставуваат на помали растојанија.

Врз основа на ова тригонометриската мрежа е поделена на следните основни мрежи:

- тригонометриска мрежа од I ред со должина на страните повеќе од 20 km;
- тригонометриска мрежа од II ред со должина на страните од 10 до 20 km;
- тригонометриска мрежа од III ред со должина на страните од 3 до 10 km.
- тригонометриска мрежа од IV ред со должина на страните од 1 до 3 km.

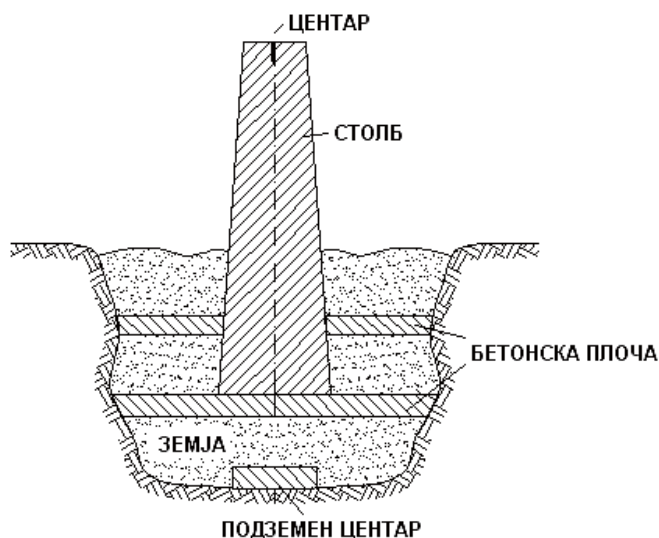
Објасни го правилото во геодезијата “ од поголемо спрема помало“

За темиња на триаголниците во триангулацијата на теренот се избираат точки кои се обележуваат со постојани белези.

Обележувањето на точките се нарекува **стабилизирање на тригонометриската мрежа.**

Целта на стабилизирањето на тригонометриската мрежа е точките да бидат обележани со постојани знаци, за да може подоцна да се користат за било какви мерења.

Стабилизирањето на тригонометриската мрежа се врши на повеќе начини од кои еден е прикажан на сликата.



Сл.40. Стабилизирање на тригонометриска мрежа од I-ред.

Кај овој начин под земјата се поставува бетонска плоча со димензии 15 x 15 x 5 cm во која е означен центарот на точката со врежан крст кој мора да биде во ист вертикален правец со центарот на надземниот дел.

Над плочата се поставува слој од набиена земја па бетонска плоча со дебелина 20 cm.

Над плочата се поставува бетонски столб со висина од 1.6 m. Бетонскиот столб треба да биде над земјата од 1 до 1.2 m. Горниот дел е широк околу 40 cm за да може да се постави инструмент за мерење на англи.

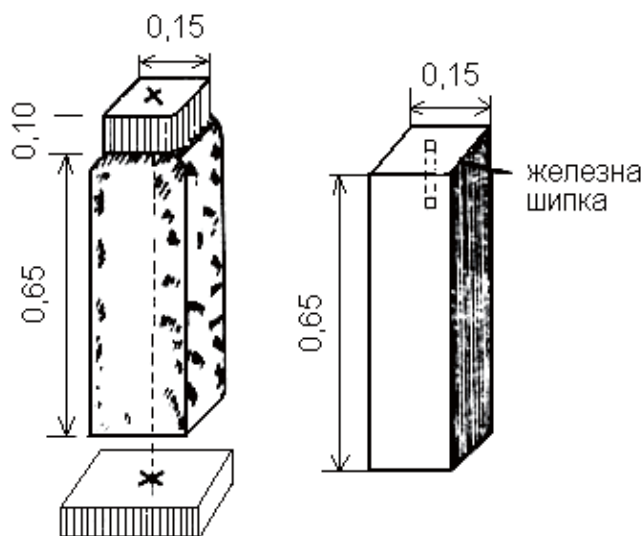
Центарот на точката на горниот дел на столбот е означен со набиено железо долго од 15 до 20 cm, и дебелина од 1 до 1.5 cm, во кое има врежано крст или направено мала дупка.

Објасни

Со користење на прикажаната скица објасни како се стабилизираат тригонометриските точки од I-ред.

За стабилизирање на тригонометриски мрежи од II, III или IV ред се користат помали белези кои се составени од **подземен дел** направен од бетонска плоча на која е означен центарот на точката и од **надземен дел** во вид на столб. Столбот може да биде направен од камен или од бетон со димензии:

- за точки од II ред - 25 x 25 x 75 cm ;
- за точки од III ред - 20 x 20 x 65 cm ;
- за точки од IV ред - 15 x 15 x 65 cm .



Сл. 41. Стабилизирање на тригонометриска мрежа од II, III и IV ред.

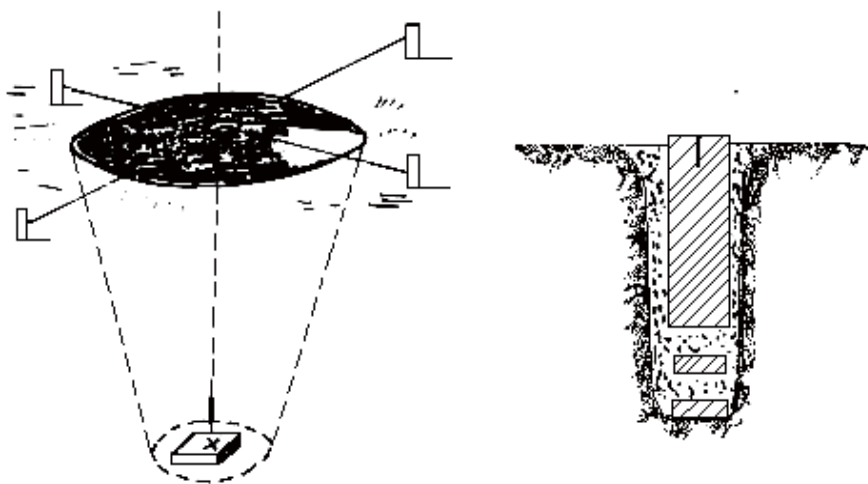
Самата стабилизација се врши така што најпрво се копа дупка длабока од 60 до 70 cm.

Во дното на дупката се поставува бетонската плоча со димензии 15 x 15 x 5 cm во која е означен центарот на точката со врежан крст. Околу плочата се набива земја .

За да биде подземниот и надземниот центар на точката во ист вертикален правец над центарот на подземниот белег се спушта висок.

Високот се спушта на тој начин што на земјата околу дупката се поставуваат четири колци на растојание од 1m и на нив се врзуваат два конци кои се вкрстуваат меѓу себе. Пресекот на конците треба да се поклопува со центрите и на подземниот и на надземниот дел на точката.

Потоа подземниот дел се насипува со слој од земја со дебелина од 10 до 15 cm, кој добро се набива. Потоа врз слојот од земја се поставува бетонскиот столб околу кој се поставува и набива земја. Бетонскиот столб треба да биде над земјата од 10 до 15 cm.



Сл.42. Вкопување на тригонометриска точка.

Опиши

Со користење на прикажаната скица опиши ја постапката за стабилизирање на тригонометриски точки.

Во случаи кога точката треба да се стабилизира во цврсти карпи тогаш во карпите се дупчи дупка во која се бетонира железен клин.

За брзо пронаоѓање на тригонометриските точки на теренот се прави опис на местоположбата на секоја тригонометриска точка во посебен образец .

Во образецот се внесуваат податоци за местото на кое се наоѓа точката со скица се внесува бројот на точката и начинот на кој е стабилизирана точката.

Научив:

- што е геодетска мрежа ;
- кои видови на геодетски мрежи се користа за мерење на Земјината површина;
- што е тригонометриска мрежа;
- како е поделена тригонометриската мрежа ,
- со што се обележуваат тригонометриските точки на теренот;
- како се стабилизираат тригонометриските точки на терен;
- што содржи образецот за опис на местоположбата на тригонометриските точки на теренот.

3.1.2 ПОЛИГОНСКА МРЕЖА

Знам:

- што претставуваат геодетските мрежи;
- за што се користат геодетските мрежи;
- како изгледа тригонометриската мрежа ;
- како се стабилизира тригонометриската мрежа:
- како е поделена тригонометриската мрежа.

Сакам да научам:

- Како изгледа полигонската мрежа?
- Како се стабилизира полигонската мрежа?
- Како е поделена полигонската мрежа

Во случај кога треба да се мерат и претстават на план мали делови од површината на Земјата , а тригонометриските точки не се поставени доволно густо,тогаш помеѓу тригонометриските точки се поставува полигонска мрежа.

Полигонската мрежа се користи за хоризонтално проектирање на површината на Земјата.

Полигонската мрежа е геодетска мрежа која се состои од меѓусебно поврзани полигонски влаци со кои се опфаќа одредена површина од Земјата на која треба да се изврши мерење.

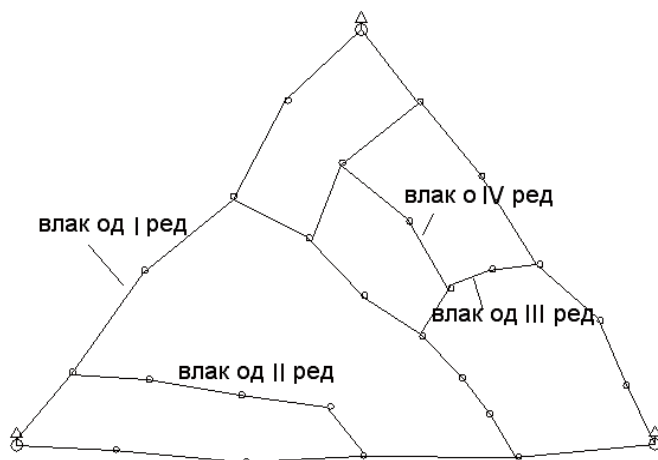
Полигонски влак претставува неправилен отворен или затворен многуаголник составен од повеќе редоследно поставени точки, на одредено меѓусебно растојание.

Точките во полигонските влаци ,односно во полигонската мрежа се нарекуваат **полигонски точки** , а растојанието меѓу нив се нарекува **полигонска страна**.

Растојанието меѓу полигонските точки се движи од 130 до 250 m.

Полигонските влаци кои се поставени меѓу две тригонометриски точки се викаат главни или полигонски влаци од I ред .

Сите други полигонски влаци се викаат споредни влаци односно влаци од II , III и IV ред.



Сл. 43. Полигонска мрежа

Полигонската мрежа во геодезијата се користи од нејзините точки или страни да се изврши мерење на теренот кој се наоѓа околу нив.

Запомни

Мрежата составена од меѓусебно поврзани полаконски власи се нарекува **полаконска мрежа**.

Стабилизирањето на полигонската мрежа се врши со обележување на полигонските точки на површината на Земјата.

Пред да се започне со поставување на полигонските точки треба за секоја точка да се одбере место на површината на Земјата на кое ќе се постават белезите на точките.

Постапката со која се одбираат местата на кои ќе се постават полигонските точки се нареркува **рекогносцирање на полигонска мрежа**.

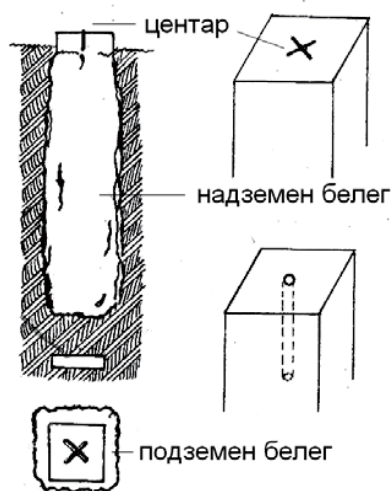
При рекогносцирањето на полигонската мрежа треба да се води сметка полигонските влаци да бидат во вид на прави линии, полигонските страни да не се подолги од 250 m, мрежата да не биде многу густа, точките меѓусебе да се догледуваат, од точките да може да се измерат повеќе детали на теренот.

Во населени места полигонските точки треба да се поставуваат на раскрсниците на улиците. Надвор од населени места точките се поставуваат покрај патишта, покрај железнички пруги, на меѓи на парцели. Теренот на кој ќе се поставуваат точките треба да биде гол, а не обраснат со дрвја.

Ако точките се поставуваат на ридест терен тие треба да се поставуваат по изохипсите на теренот.

Објасни

На кои работи треба да се внимава при рекогносцирање на полигонската мрежа?



Во населени места полигонските точки се обележуваат со подземни и надземни белези како и тригонометриските точки.

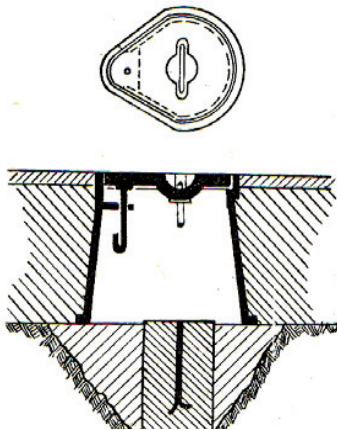
Центрите на подземните и центрите на надземните белези треба да бидат во ист вертикален правец.

Подземниот белег се прави од бетонска плоча со димензии 15 x 15 x 5 cm, а надземниот со камени или бетонски столбови со димензии 15 x 15 x 65 cm.

Центарот на надземниот белег се означува со набивање на железна цевка или железна прачка долга 15 cm.

Сл.44. Начини на стабилизирање на полигонски точки

Во градовите полигонските точки се обележуваат и на други начини ,така што врз белегот се поставува железен капак чија горна страна е рамна со улицата, а белегот е бетониран.



Сл. 45. Полигонски точки на улица

Опиши

Како се поставува подземниот и надземниот белег на полигонските точки?

За секоја полигонска точка се пополнува образец за местоположбата на точката во кој точките се означуваат со броеви започнувајќи од 1 , како и за тригонометриските точки .

Научив

- зошто треба да се поставува полигонска мрежа ;
- како изгледа полигонската мрежа ;
- што е полигонски влак ;
- како се поделени полигонските влаци ;
- како се врши рекогносцирање на полигонска мрежа ;
- како се обележуваат полигонските точки на терен.

3.1.3 ЛИНИСКА МРЕЖА

Потсети се

- Што е полигонска мрежа ?
- Што е полигонски влак ?
- Како се стабилизира полигонската мрежа на терен?

Размисли и одговори

- Зошто се поставува линиска мрежа?

Во случаи кога полигонската мрежа не е доволно густа и не може да се користи за мерење на мали делови затоа што растојанието меѓу полигонските точки е големо се поставува линиска мрежа .

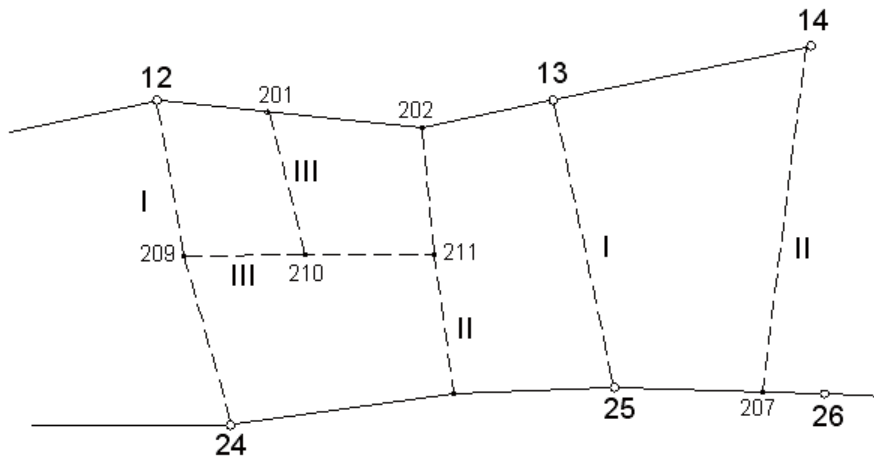
Точките во линиската мрежа се нарекуваат линиски или мали точки, а растојанието меѓу нив линии.

Линиската мрежа е поделена на:

- линии од I ред , каде што со линиите се поврзуваат две полигонски точки;
- линии од II ред каде што се поврзува полигонска точка со линиска точка;
- линии од III ред каде што се поврзуваат линиски точки од II ред .

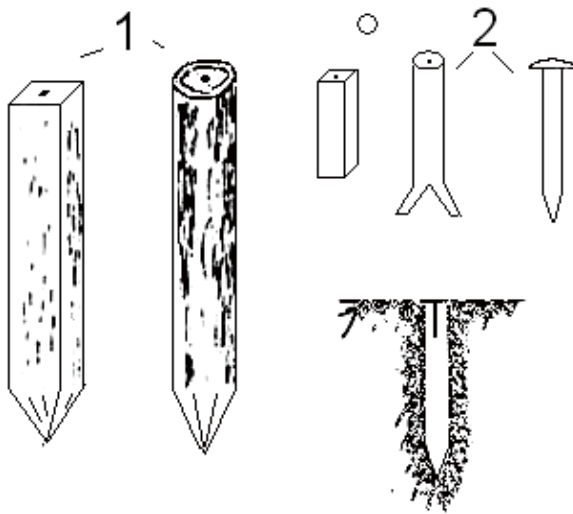
При поставувањето на линиската мрежа на теренот се води сметка должината на линиите да не биде поголема од 30 до 50 m , а аголот меѓу линиите да не биде помал од 30° .

При мерењето на некоја површина на Земјата околу површината најпрво се поставува полигонска мрежа , а потоа во неа линиска мрежа.



Сл. 46. Линиска мрежа

Стабилизирањето на линиските точки на теренот се врши со поставување на дрвени колци на теренот кои имаат димензии 30 x 4 x 4 cm. На асфалтирани или бетонирани површини (улици) обележувањето на линиските точки се врши со железни клинови долги од 5 до 10 cm.



Сл. 47. Белези за линиски точки 1. дрвен колец , 2. метален клин.

Кога на една линија има една или повеќе точки тие се поставуваат во правец со инструмент. На секој колец од линиските точки се забива клинец кој го означува центарот на точката, при што клинците мора да бидат поставени во правец со инструмент.

При мерењето на теренот , најпрво се врши мерење на растојанието меѓу линиските точки , а потоа мерење на деталните точки на теренот. Податоците од мерењето на линиските точки се внесуваат на посебен образец со скица.

За да може линиските точки да се внесат на план , потребно е да се одредат нивните координати.

Научив

- зошто мора да се поставува линиска мрежа на терен;
- што се линии;
- што се мали точки;
- како се обележуваат линиските точки на терен.

3.1.4 НИВЕЛМАНСКА МРЕЖА

Знам:

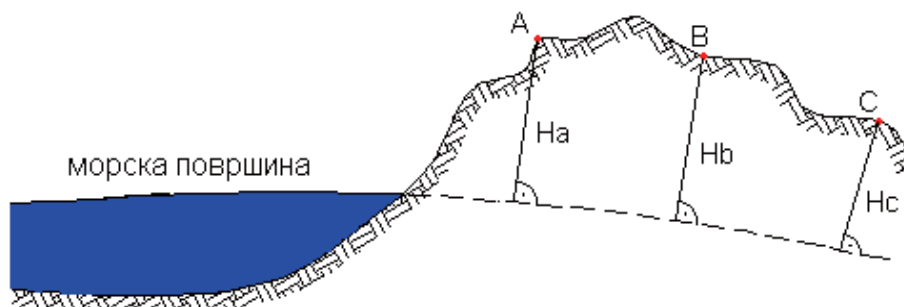
- за што служи тригонометриската мрежа ;
- од кои делови се состои тригонометриската мрежа ;
- како се обележуваат тригонометриските точки.

Сакам да научам:

- За што се користи нивелманската мрежа?
- Од што е составена нивелманската мрежа?

Нивелманската мрежа се користи за вертикална проекција на теренот, односно за одредување надморска висина на теренот.

Надморска висина претставува вертикално растојание од нивото на морето до точките на Земјината површина.



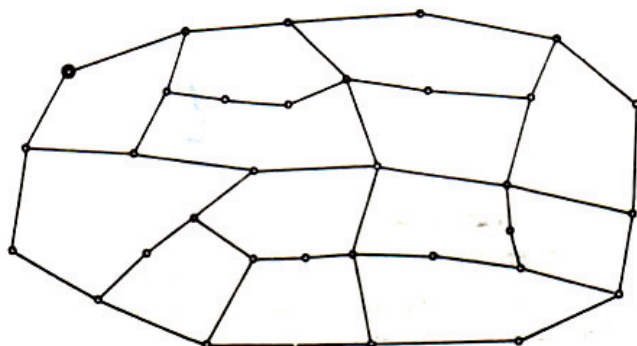
Сл.48. Надморска висина.

Работите во геодезијата кои се вршат за одредување на надморските висини се познати под името **нивелман**.

Нивелманската мрежа се состои од меѓусебно поврзани нивелмански влаци .

Точките во нивелманската мрежа се нарекуваат нивелмански точки или **репери** , а растојанието меѓу точките **нивелманска страна**.

Нивелмански влак е дел од нивелманската мрежа составен од повеќе редоследно поставени точки во една линија .



Сл. 49. Нивелманска мрежа

Како во тригонометриската така и во нивелманската мрежа постои правилото од поголемо спрема помало , па затоа нивелманските влаци се поделени на ;

- нивелмански влаци од I ред;
- нивелмански влаци од II ред;
- нивелмански влаци од III ред;
- нивелмански влаци од IV ред.

Нивелманските влаци од I ред имаат должина поголема од 200 km. Се поставуваат покрај патишта и железнички пруги и поврзуваат соседни држави.

Нивелманските влаци од II ред се сврзуваат со нивелманските влаци од I ред и имаат должина од 50 до 200 km. Реперите се поставуваат на меѓусебно растојание од 4 km.

Нивелманските влаци од III ред се сврзуваат на нивелманските влаци од II ред реперите се поставуваат на растојание од 2 km.

Нивелманските влаци од IV ред се сврзуваат со нивелманските влаци од повисоките редови. Имаат должина од 5 до 25 km. Реперите се поставуваат на меѓусебно растојание од 500 m до 2 km.

Во зависност од тоа за што се користи нивелманот е поделен на:

- генерален нивелман и
- детален нивелман.

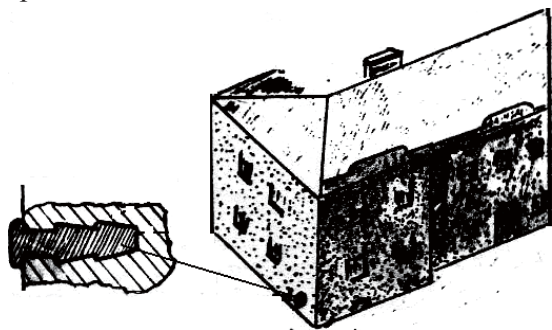
Со генералниот нивелман се одредуваат надморските висини на реперите во нивелманските влаци од I , II , III и IV ред.

Со деталниот нивелман се одредуваат надморски висини на било кои точки на теренот.

Стабилизирањето на нивелманската мрежа се врши со поставување на реперите на Земјината површина. При поставувањето на реперите се води сметка реперот во висинска смисла да биде стабилен и сигурен.

Реперите обично се поставуваат во претходно направени дупки и имаат хоризонтална положба. Тие се поставуваат на висина најмалку 0.5 m над земјата , а најмногу до 1,5 m .

Реперите може да се поставуваат на згради и објекти и на слободен терен.



Сл.50. Репер во зграда

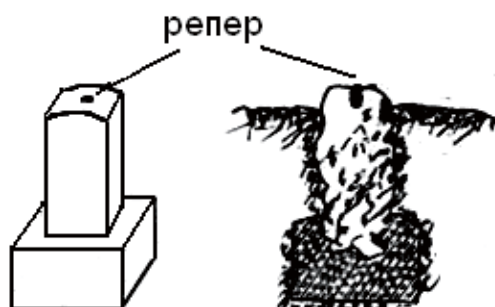
Реперите се изработуваат од лиено или ковано железо или од месинг со специјални облици.



Сл.51. Изглед на репери

На реперите од I, II и III ред се излиени броеви и букви, а на останатите репери нема броеви и букви.

Ако на теренот нема погоден објект за поставување на репер тогаш тие може да се постават во специјални бетонски или камнени столбови под кои се поставува широк темел.



Сл. 52. Репери во бетонски и камени столбови

Опис со скица на местоположбата на секој репер се прави во посебен образец, со цел тој подоцна лесно да се пронајде на теренот.

Научив:

- за што се користи нивелманската мрежа ;
- што е нивелмански влак ;
- како е поделена нивелманската мрежа ,
- како изгледаат реперите ;
- како се стабилизира нивелманската мрежа.

3.2 МЕРЕЊЕ НА ПОЛИГОНСКАТА МРЕЖА

Знам:

- што е полигонска мрежа;
- што е полигонски влак;
- што е полигонска точка;
- што е полигонска страна;
- како се стабилизира полигонската мрежа.

Полигонската мрежа претставува мрежа од меѓусебно поврзани полигонски влаци со кои е опфатена одредена површина на Земјата која се наоѓа меѓу тригонометриските точки. Полигонската мрежа се користи за добивање на хоризонтална проекција на теренот.

Полигонските влаци се составени од полигонски точки и полигонски страни. Растојанијата меѓу полигонските точки се викаат полигонски страни.

Полигонските влаци во полигонската мрежа можат да бидат ;

- вметнати;
- затворени; и
- слепи.

Вметнат полигонски влак е влак кој започнува од една тригонометриска точка со познати координати и завршува на друга тригонометриска точка со познати координати.



Сл. 53. Вметнат полигонски влак

Затворен полигонски влак е влак кој започнува од една тригонометриска точка со познати координати и завршува на истата точка.

Слеп полигонски влак е влак кој започнува од точка со познати координати ,но не се сврзува со друга точка која има познати координати. За да се одредат координатите на полигонските точки во полигонската влаци се мерат должините на полигонските страни , прекршните и сврзните агли.

Прекршен агол е хоризонтален агол кој меѓусебе го затвораат две соседни полигонски страни. Темиња на прекршните агли се полигонските точки во влакот, а краците се полигонските страни.

За одредување на координатите на полигонските точки се мерат прекршните агли кои се од левата страна на влакот одејќи во правецот на мерењето.

Сврзен агол е хоризонтален агол кој го затвора полигонска страна со дадена тригонометриска страна. Кај вметнатиот полигонски влак има два сврзни агли од кои едниот е на првата, а другиот на последната полигонска страна.

Научив

- што е вметнат полигонски влак;
- што е затворен полигонски влак;
- што е слеп полигонски влак;
- што е прекршен агол;
- што е сврзен агол.

3.2.1 МЕРЕЊЕ АГЛИ ВО ПОЛИГОНСКА МРЕЖА

Знам:

- што е агол;
- кои се мерни единици за агол;
- кои агли се мерат во полигонската мрежа;
- која е разликата меѓу прекршен и сврзен агол.

Сакам да научам:

- Како се мерат аглите во полигонската мрежа?
- Со кои инструменти се мерат аглите во полигонската мрежа?

За мерење на прекршните и сврзните агли во полигонската мрежа се користи таканаречената гирусна метода.

Гирусната метода се состои во тоа што најпрво инструментот со кој ќе се мерат прекршните и сврзните агли се поставува во полигонските точки над коишто се центрира и хоризонтира и дурбинот се поставува во прва положба.

Потоа се одбира почетна точка од која ќе се започне со мерење, на којашто се поставува сигнална значка или призма.

Мерењето се врши така што визирањето на точката најпрво се врши грубо преку нишанот на дурбинот, а потоа се закочува инструментот.

Преку дурбинот се изострува ликот на значката со која се сигнализира точката и со микрометарските винтови се врши fino визирање, односно се доведува центарот на кончаницата да се поклопи со центарот на значката.

Потоа се чита хоризонталниот агол од лимбот преку микроскопот доколку се мери со оптички теодолит или пак аголот автоматски го покажува на екранот на инструментот ако се мери со електронски теодолит.

Потоа се врши визирање кон останатите точки А, В, С и тн.

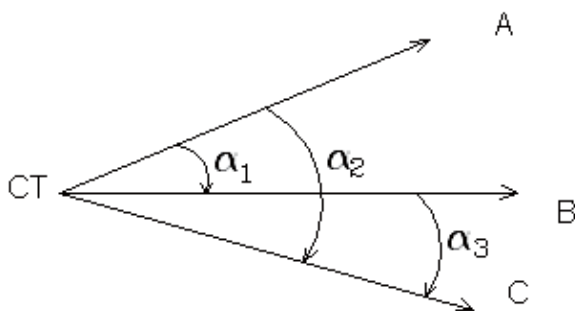
Правците кон овие точки се визираат во правец на стрелките на часовникот и се отчитуваат хоризонталните агли.

За контрола на крајот повторно се визира правецот кон почетната точка и се чита аголот.

Со оваа постапка е направен т.н. половина гирус.

Објасни

Како се прави половина гирус при мерење на прекршни агли.



Сл. 54. Гирусен метод . СТ. станица на инструментот, А,В,С. правци на визирање, α_1 α_2 α_3 . прекршни агли.

Потоа дурбинот се завртува за 180° односно инструментот се поставува во втора положба па повторно се мери на истите точки, но во спротивна насока од стрелките на часовникот (од точката С кон точката А). Со завршување на оваа постапка е направен еден гирус.

Податоците од мерењето се запишуваат во посебен образец во кој се одредува средна вредност , односно средина меѓу мерењето во прва и мерењето во втора положба и се одредуваат хоризонталните агли меѓу правците А-В, А-С и В-С.

Објасни

Како се прави цел гирус при мерење на прекршните агли.

Научив:

- како се мерат аглие според гирусниот метод;
- како се прави половина гирус;
- како се прави цел гирус.

3.2.2 МЕРЕЊЕ ДОЛЖИНИ ВО ПОЛИГОНСКА МРЕЖА

Знам:

- што е агол;
- како се мерат аглите со гирусниот метод;
- зошто е потребно да се мери теренот;
- што е полигонски влак;
- што е прекршен агол;
- што е полигонска страна.

Сакам да научам:

- Со што се мерат должините на полигонските страни ?
- Како се врши мерење на полигонските страни ?

Мерењето на должините на полигонските страни во геодезијата може да се изврши со помош на ленти или со помош на авторедукциони далечиномери кои во видното поле на дурбинот имаат три линии. Во последно време за мерење се повеќе се користат мерните станици, односно електронските тахиметри.

Начинот на мерење со оптичките далечиномери и со електронските тахиметри (мерни станици) е објаснет порано, а овде ќе биде објаснет начинот на мерење со лента.

Лентите служат за директно мерење на должини. Мерењето со ленти се врши со поставување на лентата по должината која треба да се мери директно на самиот терен. Во геодезијата се користат за мерење на мали должини. На лентите се нанесени метри, дециметри и центиметри. Лентите имаат должина од 10, 20, 30 или 50 m, ширина 13 mm, и дебелина 0.2 mm. Лентите се изработуваат од челик кој може да биде обложен со боја или со пластика, од вештачки материјали или од специјална легура наречена инвар.

На нив од едната или и двете страни е нанесена поделба во единици мерки за должина.

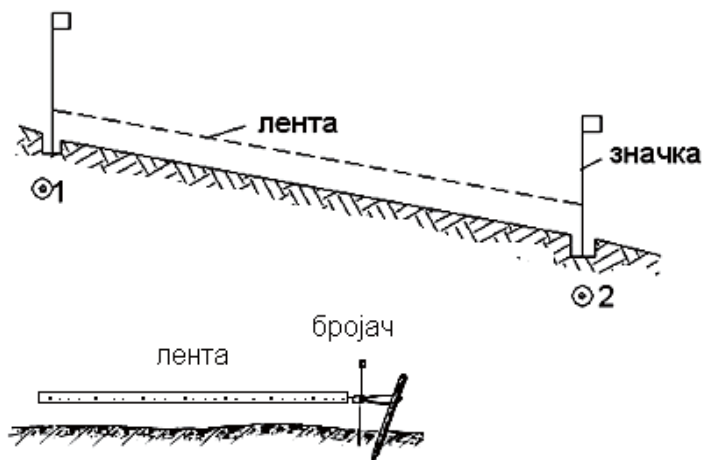


Сл.55. Ленти

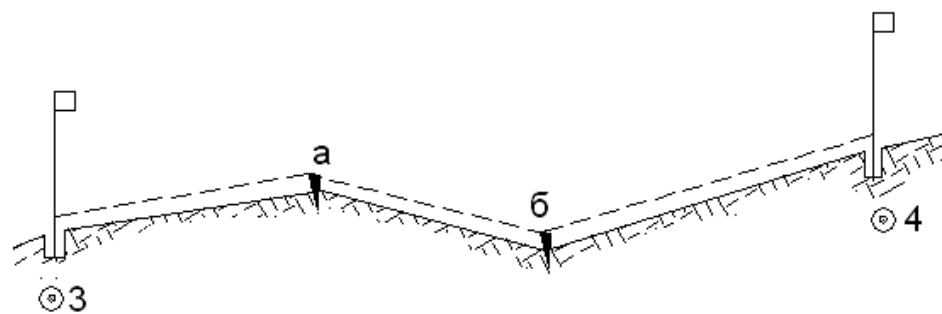
Мерењето на должините на полигонските страни со ленти се врши на следниот начин:

Лентата се поставува на теренот во правец од едната кон другата полигонска точка и добро се затегнува (сила на затегнување 10 kg). На крајот на секоја цела лента се забодуваат железни клинци долги од 35 до 40 cm.

Мерењето на должините се врши по теренот. Доколку теренот не е рамен тогаш на него се обележуваат преломни точки со помош на дрвени колци со димензии 30 x 4 x 4 cm.



Сл.56. Мерење на рамен терен



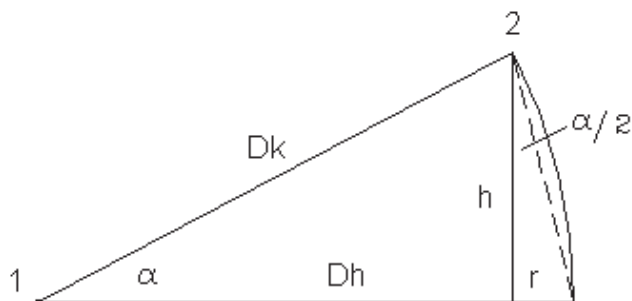
Сл.57. Мерење на нерамен терен

Полигонските страни се мерат во два правци што значи двапати. Ако страната има преломи ,мерењето се врши од прелом до прелом.

Мерењето со ленти се врши на парен центиметар бидејќи се пресметува средина од двете мерења. Податоците од мерењето се запишуваат во посебен образец во кој се одредува аритметичка средина од двете мерења.

Бидејќи на теренот се мерат коси должини меѓу точките , тие должини треба да се редуцираат на хоризонтална рамнина, односно да се одреди хоризонталната должина меѓу точките. Ова се прави за да може точките да се прикажат во хоризонтална проекција на планот.

За да може да се одреди хоризонталната должина , покрај косата должина потребно е да се знае вертикалниот агол (α) кој го затвора должината со хоризонталата , или висинската разлика меѓу полигонските точки (h).



Сл. 58. Редукција на коси должини

Хоризонталната должина може да се одреди со равенката

$$Dh = Dk - r$$

каде што:

Dh - хоризонтална должина;

Dk - коса должина;

r – редукција.

Редукцијата (r) може да се одреди од равенките

$$r = h \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \quad \text{и}$$

$$r = \frac{h^2}{2D_k}$$

каде што:

h – висинско растојание;

α – вертикален агол;

Dk – коса должина.

Објасни

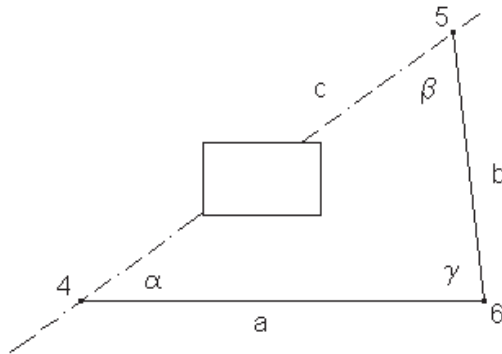
Зошто е потребно да се врши редукција косите должини на хоризонт ?

Во случаи кога заради некоја препрека не може да се измери некоја страна во триаголникот тогаш се поставува трета помошна полигонска точка , која со двете точки од полигонската страна сочинува триаголник.

Со решавање на триаголникот со помош на синусната теорема може да се одреди непознатата страна која во овој случај е полигонска страна.

Пример:

Ако на полигонската страна меѓу точките 4 и 5 се наоѓа зграда која го попречува нејзиното директно мерење, тогаш се поставува трета помошна точка 7, која со точките 4 и 5 формира триаголник.



Сл.59 .Пример за индиректно мерење на должини

Доколку во триаголникот можат да се измерат страните “ a “ и “b “ и еден агол спроти овие страни (α или β) тогаш одредувањето на непознатата страна “c “ може да се одреди со помош на синусната теорема.

$$c = a \cdot \frac{\sin \gamma}{\sin \alpha}$$

Научив:

- како се врши мерење на коси должини со лента;
- како се врши редукација на косите должини;
- како се одредува хоризонтална должина;
- како се одредува должина која не може директно да се измери.

3.2.3 ПРЕСМЕТУВАЊЕ НА ПОЛИГОНСКА МРЕЖА

Знам:

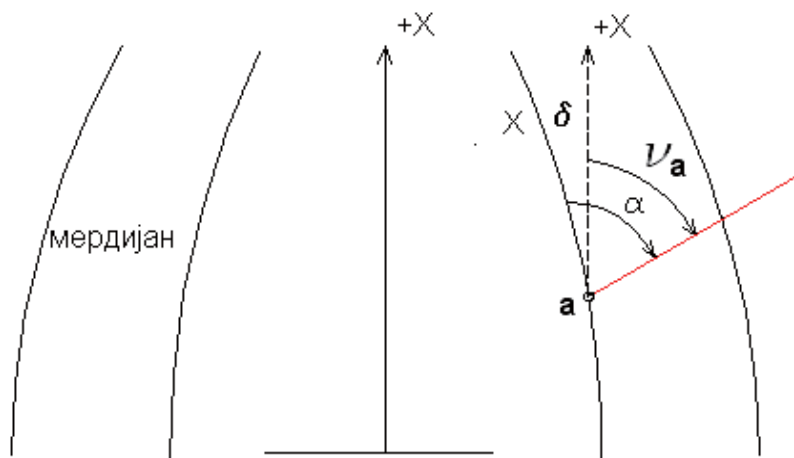
- зошто се поставува полигонска мрежа;
- кои се елементите на полигонска мрежа;
- како се мерат агли во полигонска мрежа;
- како се мерат должини во полигонска мрежа;
- во какви проекции се прикажува мерениот терен на план.

Ако полигонскиот влак е поставен меѓу две тригонометриски точки со познати координати, на кој што му се измерени прекршните и сврзните агли и полигонските страни, се врши пресметка на координатите на секоја полигонска точка.

Пред да се пресметаат координатите на полигонските точки, потребно е да се пресметаат дирекционите агли и координатните разлики.

Дирекционен агол е хоризонтален агол кој го затвора позитивниот дел на X оската од координатниот систем со полигонската страна. X оската во координатниот систем е во правец на астрономскиот меридијан, нормална е на екваторот и поминува низ координатниот почеток (O).

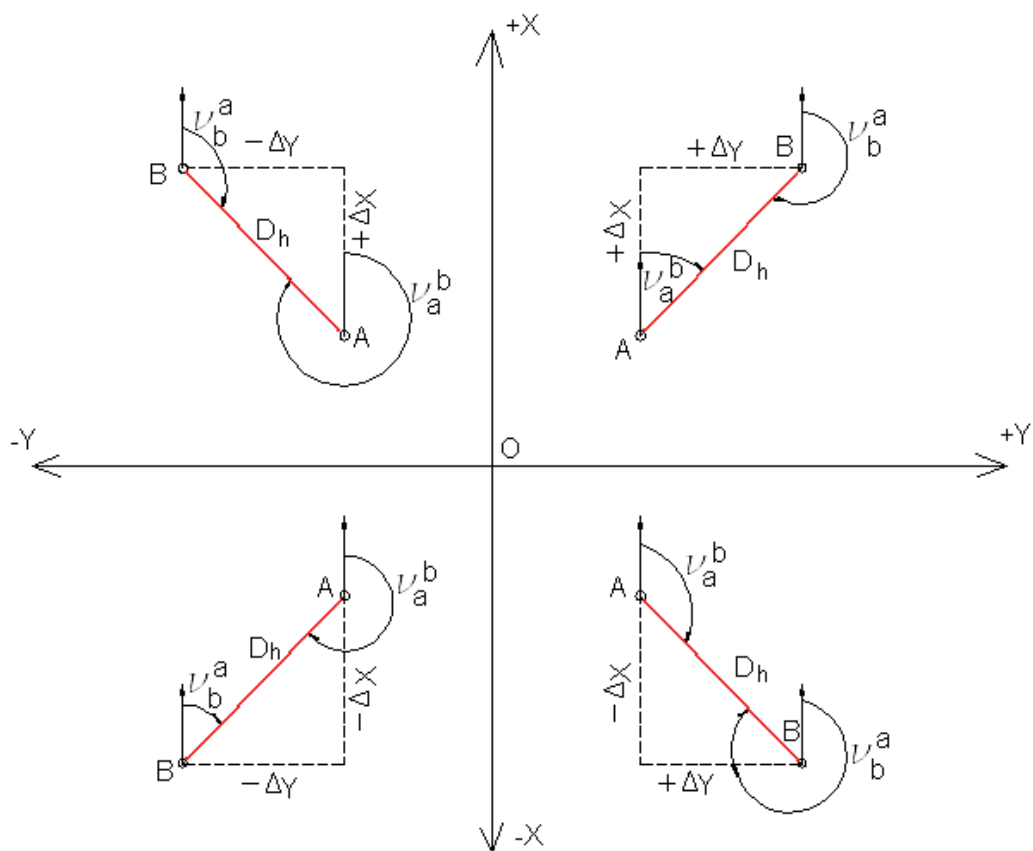
Азимут е хоризонтален агол кој го затвора полигонската страна со магнетскиот меридијан. Правецот на магнетскиот меридијан го покажува магнетната игла на компасот.



Сл.60. Дирекционен агол, ν_a . дирекционен агол, α .азимут, δ .деклинација

Аголот за кој се разликува азимутот од дирекциониот агол се вика **деклинација**. Дирекциониот агол се бележи со грчката буква ν – ни, со индекси на почетната и крајната точка на полигонската страна. Ако се напише (ν_A^B) , тоа значи дека тој се однесува на страната AB , при што темето на аголот е во точката A . Дирекциониот агол во темето B се разликува од дирекциониот агол во темето A за 180° .

Дирекционите агли може да се наоѓаат во сите четири квадранти на координатниот систем.



Сл. 61. Положба на дирекциони агли D_h и хоризонтална должина: ΔX - координатни разлики по X оска, ΔY - координатни разлики по Y оска.

Доколку се познати координатите на две точки на некоја должина, може да се одреди дирекциониот агол преку координатните разлики на точките

Координатните разлики се одредуваат по равенките:

$$\Delta Y = Y_B - Y_A$$

$$\Delta X = X_B - X_A$$

каде што:

Y_B и X_B – координати на точката B

Y_A и X_A - координати на точката A

Ако се познати координатите на точките А и В тогаш дирекциониот агол се одредува по равенката ;

$$\operatorname{tg} V_A^B = \frac{\Delta y}{\Delta x}$$

ΔY –координатна разлика по Y оска

ΔX - координатна разлика по X оска

Врз основа на тоа во кој квадрант се наоѓа полигонската страна може да се добијат позитивни или негативни координатни разлики.

Врз основа на предзнаците на координатните разлики се одредува во кој квадрант на координатниот систем припаѓа дадената страна за да може на пресметаниот агол да му се доде 90° , 180° или 270° .

Пример:

Да се одреди дирекциониот агол на тригонометриската страна со почетна точка 1005 и крајна точка 1009. Координатите на овие точки се познати и изнесуваат:

$$Y_{1005} = 95.475,94 \text{ m}, X_{1005} = 51.536,61 \text{ m}$$

$$Y_{1009} = 96.912,02 \text{ m}, X_{1009} = 49.774,20 \text{ m}$$

Решение:

$$\operatorname{tg} V_{1005}^{1009} = \frac{95.475,94 - 96.912,02}{51.536,61 - 49.774,20} = \frac{-1.436,08}{+1.762,41} = 0,8148387$$

Од предзнаците за координатните разлики се заклучува дека тригонометриската страна се наоѓа во четвртиот квадрант ,што значи дека аголот треба да има вредност од 270° до 360° . Во овој случај пресметаниот агол се одзема од 360°

$$\operatorname{tg} V_{1005}^{1009} = 0,8148387$$

$$V_{1005}^{1009} = \operatorname{arctg} 0,8148387 = 39^\circ 10' 28''$$

$$V_{1005}^{1009} = 360^\circ - 39^\circ 10' 28'' = 320^\circ 49' 32''$$

Ако дирекционите агли се пресметуваат преку тригонометриската функција tg (тангенс) , тогаш неговата вредност зависи од тоа во кој квадрант се наоѓа аголот.

Ако аголот е во I квадрант пресметаниот агол е и дирекционен агол,ако аголот е во II квадрант пресметаниот агол се одзема од 180° , и ако аголот е во III квадрант на пресметаниот агол му се додаваат 180° .

Ако аголот е во IV квадрант , пресметаниот агол се одзема од 360°

Научив

- што е дирекционен агол;
- што е деклинација;
- како се одредуваат координатни разлики меѓу две точки кои имаат познати координати;
- како се одредува дирекционен агол при познати координати;
- зошто е потребно да се знаат предзнаците на координатните разлики.

3.2.3.1 ПРЕСМЕТУВАЊЕ НА ДИРЕКЦИОНИ АГЛИ

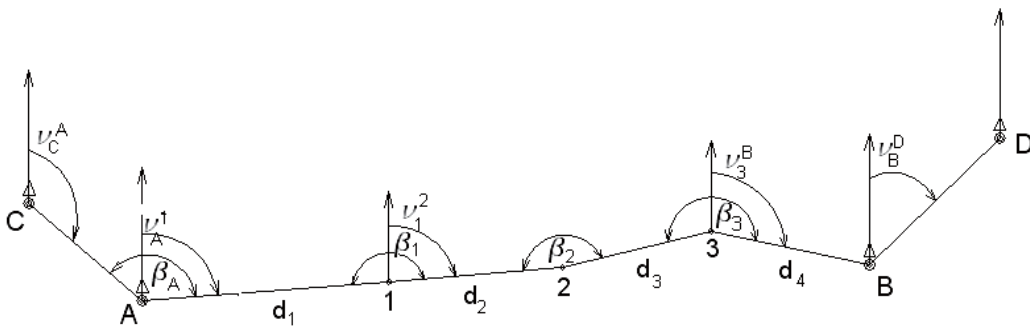
Знам:

- што е дирекционен агол;
- како се одредува дирекционен агол кога се познати координатите на крајните точки на дадена страна.

Сакам да научам:

- Како се пресметуваат дирекционите агли во полигонската мрежа?

Ако е зададен вметнат полигонски влак меѓу две тригонометриски точки В и С кои имаат познати координати и ако се измерени прекршните и сврзните агли и хоризонталните должини на полигонските страни, се врши пресметка на дирекционите агли на секоја полигонска страна.



Сл.62 .Вметнат полигонски влак со негови елементи

Почетниот и крајниот дирекционен агол може да се одреди преку координатите на точките С, А, В и D, на следниот начин:

$$\operatorname{tg} V_C^A = \frac{Y_A - Y_C}{X_A - X_C}$$

$$\operatorname{tg} V_B^D = \frac{Y_D - Y_B}{X_D - X_B}$$

По одредувањето на почетниот и крајниот дирекционен агол се одредува таканареченото аголно отстапување по равенката:

$$f_\beta = (V_B^D + n \cdot 180^\circ) - (V_C^A + \Sigma\beta)$$

Аголното отстапување се поделува со бројот на прекршните агли и се добива вредноста за која треба да се поправи секој измерен прекршен агол, односно:

$$V_{\beta} = \frac{f_{\beta}}{n}$$

каде е;

V_{β} - поправка

f_{β} - аголно отстапување

n - број на прекршни агли во влакот.

Со поправката V_{β} се поправаат сите прекршни и сврзни агли, по општата равенка:

$$\beta' n = \beta n + V_{\beta}$$

каде е :

$\beta' n$ – поправен прекршен агол

βn – измерен прекршен агол

V_{β} – поправка

По извршената поправка на сите прекршни агли се врши пресметка на дирекционите агли на секоја полигонска страна. Пресметката на дирекционите агли се врши со општа равенка;

$$\sqrt{n} = \sqrt{n-1} + \beta n' \pm 180^{\circ}$$

Каде е:

\sqrt{n} - дирекционен агол,

$\sqrt{n-1}$ - претходен дирекционен агол,

$\beta n'$ – поправен прекршен агол,

($+180^{\circ}$) – ако збирот на $\sqrt{n-1}$ и $\beta n'$ е помал од 180° ,

(-180°) – ако збирот на $\sqrt{n-1}$ и $\beta n'$ е поголем од 180° .

За примерот на претходната слика би било:

$$V_A^1 = V_C^A + \beta_A \pm 180^{\circ}$$

$$V_1^2 = V_A^1 + \beta_1 \pm 180^{\circ}$$

$$V_2^3 = V_1^2 + \beta_1 \pm 180^{\circ}$$

Научив:

- како се одредува почетен и краен дирекционен агол во вметнат полигонски влак;
- како се одредува аголното отстапување;
- како се врши поправка на мерените прекршни агли;
- како се пресметуваат дирекционите агли на полигонските страни.

3.2.3.2 ПРЕСМЕТУВАЊЕ КООРДИНАТИ НА ПОЛИГОНСКИ ТОЧКИ

Знам:

- што е координатен систем;
- кои се просторни координати;
- кои податоци се мерат на теренот за да се пресметаат координатите на геодетските точки;
- како се пресметуваат дирекциони агли на полигонски страни.

Сакам да научам:

- Како се пресметуваат координати на полигонски точки?

По пресметувањето на сите дирекциони агли се пристапува кон пресметување на координатните разлики ΔY и ΔX , по следните општи равенки;

$$\Delta Y_n = d_n \cdot \sin \alpha_n$$

$$\Delta X_n = d_n \cdot \cos \alpha_n$$

каде е:

d_n – хоризонтална должина на полигонска страна;

α_n – дирекционен агол на полигонска страна.

По пресметувањето на сите координатни разлики се врши пресметување на т.н. линеарни отстапувања по координатните оски X и Y, по равенките ;

$$f_y = (Y_B - Y_A) - \sum \Delta Y$$

$$f_x = (X_B - X_A) - \sum \Delta X$$

каде е :

$\sum \Delta Y$ – збир на сите координатни разлики по Y-оската;

$\sum \Delta X$ – збир на сите координатни разлики по X-оската.

По пресметувањето на линеарните отстапувања се одредуваат поправки за секоја координатна разлика поединечно, по следните општи равенки;

$$V_{yn} = \frac{f_y}{\sum d} \cdot d_n$$

$$V_{xn} = \frac{f_x}{\sum d} \cdot d_n$$

Каде е ;

d_n – должина на полигонска страна;

$\sum d$ – збир на сите полигонски страни.

По одредување на поправките се врши поправка на сите координатни разлики по општите равенки:

$$\Delta Y'_n = \Delta Y_n + V_{yn}$$

$$\Delta X'_n = \Delta X_n + V_{xn}$$

По извршените поправки на координатните разлики се врши пресметување на координатите на полигонските точки по општите равенки;

$$Y_n = Y_{n-1} + \Delta Y'_n$$

$$X_n = X_{n-1} + \Delta X'_n$$

каде е:

Y_{n-1} – координата на претходна точка по Y – оска;

X_{n-1} – координата на претходна точка по X – оска.

Забелешка

Пресметувањето на координатите на полигонските точки според прикажаната постапка се врши во посебен образец познат како образец број 19, меѓутоа пресметувањето на координатите во најново време се врши во самите инструменти за мерење на полигонската мрежа, во кои се вградени програми за пресметување на координатите на полигонските точки. На тој начин врз основа на податоците добиени од мерењето инструментот автоматски ги пресметува координатите и ги прикажува на дисплејот на самиот инструмент. Најпознати вакви инструменти се електронските тахиметри наречени мерни станици.

Научив

- како се пресметуваат координатни разлики;
- како се одредуваат линеарното отстапување;
- како се поправаат пресметаните координатни разлики;
- како се пресметуваат координатите на полигонските точки.

3.3 ДЕТАЛНИ МЕРЕЊА НА ТЕРЕН

Знам:

- зошто по теренот се поставуваат постојани мрежи;
- кои геодетски мрежи се постојани;
- кои постапки се спроведуваат при мерење на терени;
- кои операции се вршат при пресметка на координати на полигонски точки;
- зошто полигонските точки треба да имаат координати.

Мерењето на Земјината површина се врши со цел да се добие план или карта кој ќе се користи за проектирање и градење на разни објекти како што се патишта, железници, рудници и др.

За детално мерење на теренот се користат две методи и тоа:

- ортогонална и
- поларна.

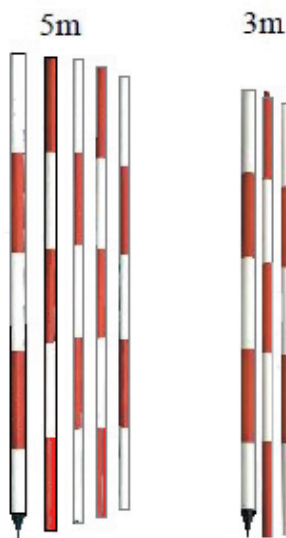
3.3.1 ОРТОГОНАЛНА МЕТОДА

Кај ортогоналната метода за мерење на теренот координатите на точките на теренот се одредуваат со мерење на ординати и апсциси односно со спуштање или подигнување на нормали до деталните точки на теренот.

За мерење со ортогоналната метода најпрво се поставува линиска мрежа при што од линиите се врши детално мерење на теренот.

За мерење по ортогоналната метода се користи следниот прибор:

- три сигнални значки;
- една полска лента;
- една рачна лента;
- клинови за затегнување на лентата;
- тристрана или петострана призма.

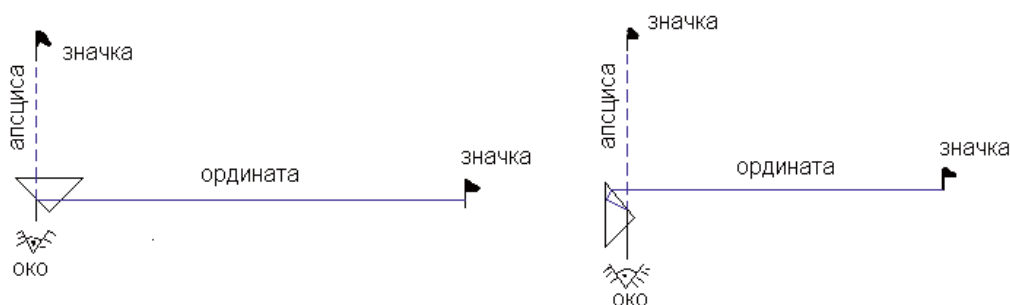


Сл. 63. Сигнални значки

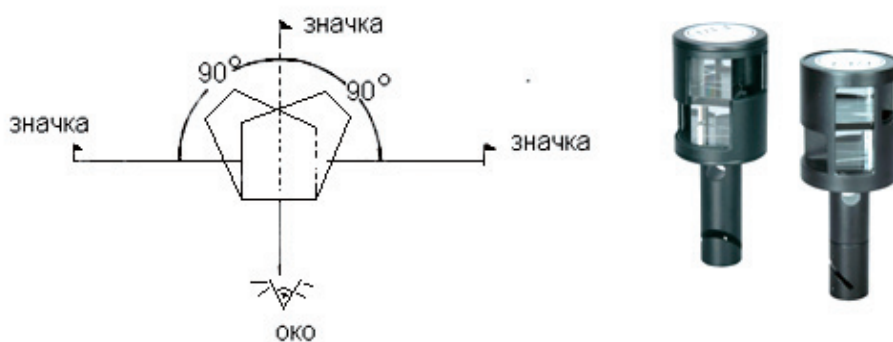
Значките се во вид на дрвени стапови или алуминиумски цевки со должина од 2 до 4 m и пречник од 2.5 до 4 cm. По целата должина се обоени наизменично со бела и црвена боја за полесно воочување, а на долниот дел се зашилени. При мерењето зашилениот дел се поставува во центарот на точката, а значката се држи вертикално.

Призмите за ортогонално мерење на теренот можат да бидат тристранни и петострани. Призмите се направени од стакло. Кај тристраната призма хипотенузата е премачкана со амалгам и служи како огледало. Кај тристраната призма страните затвораат агли од 45° и 90° . Кај петостраната призма со амалгам се премачкани две или три страни. Призмата е поставена во метална кутија која може да има разни форми. Обично во кутијата се поставени по две призми една над друга за поточно и побрзо мерење. Призмите се поставуваат на крути висоци кои со долниот дел се поставуваат врз лентата која при ортогоналното мерење претставува апсциса.

При мерењето со тристрана призма ,призмата треба да се постави така што светлосните зраци да паѓаат врз призмата на делот на кој што е аголот од 45° или на делот каде што е аголот од 90° . Ова се постигнува ако призмата се држи така што хипотенузата да биде паралелна или нормална со апсцисата.



Сл.64. Положба на тристрана призма при ортогонално мерење



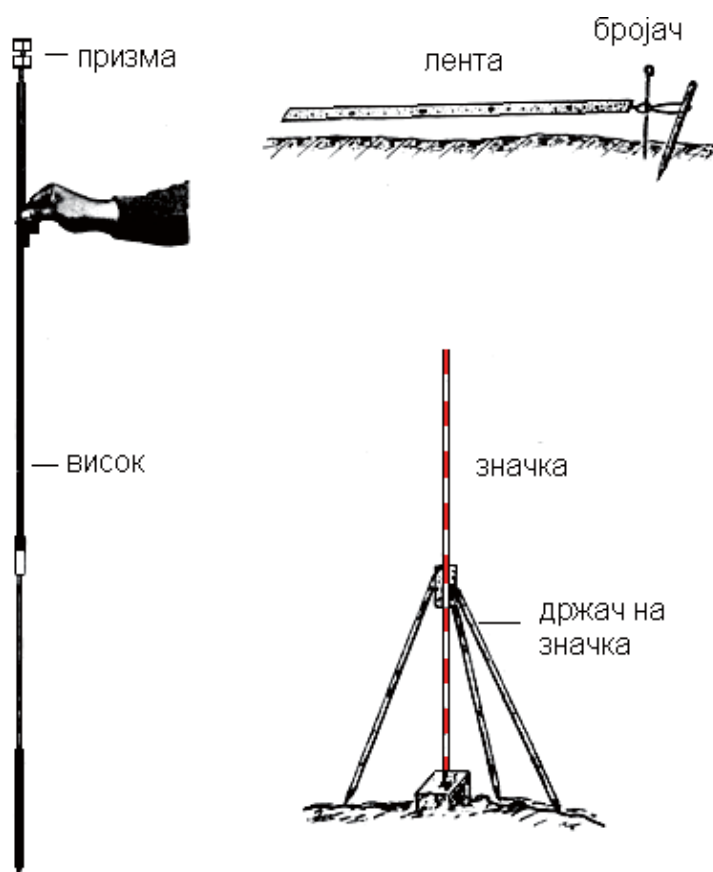
Сл. 65. Положба на петострана призма при ортогонално мерење

Кога е поставена линиската мрежа се пристапува кон ортогонално мерење на теренот. Мерењето се врши на следниот начин:

Во правец на линијата односно апсцисата се оптегнува лента со помош на два клина. На крајните точки на линијата (апсцисата) се поставуваат две сигнални значки ,кои со помош на висок се поставуваат во вертикална положба. За да може значките да стојат вертикално, тие се поставуваат во посебни железни триногарници. На деталната точка се поставува третата сигнална значка.

При мерењето призмата се поместува по лентата се додека ликот на сите три значки не се поклопи во двете призми, при што ликот на третата значка се гледа над призмата. Во тој момент се врши читање на апсцисата и се мери ординатата кој не траба да има поголема должина од должината на лентата.

На тој начин на секоја детална точка си има своја апсциса и ордината.



Сл.66. Детали при ортогонално мерење на терен

Деталните точки се нанесуваат на детална скица на која за контрола се мерат и други растојанија и се запишуваат на скицата. На скицата се запишуваат и податоци за местоположбата на теренот, размерот во кој се црта скицата и др.

Научив:

- што се ординати и апсциси;
- кој прибор се користи за ортогонално мерење на терен;
- како изгледаат сигналните значки;
- како изгледаат тристраните и петостраните призми;
- како се одредуваат ординатите и апсцисите во ортогоналната метода.

3.3.2 ПОЛАРНА МЕТОДА

Знам:

- кој прибор се користи за ортогонално мерење на терен;
- како се врши ортогонално мерење на терен.

Сакам да научам:

- Што се разликува поларното од ортогоналното мерење ?
- Кој прибор и инструменти се користат за поларно мерење ?
- Како се врши поларно мерење на терен ?

При мерењето на теренот според ортогоналната метода мерењето е поврзано со полигонските страни или со линиите во линиската мрежа.

Мерењето се врши со оптегнување на лентата меѓу точките, па на неа се спуштаат и мерат нормали од карактеристичните точки на теренот, како и апсисни растојанија во однос на почетната точка.

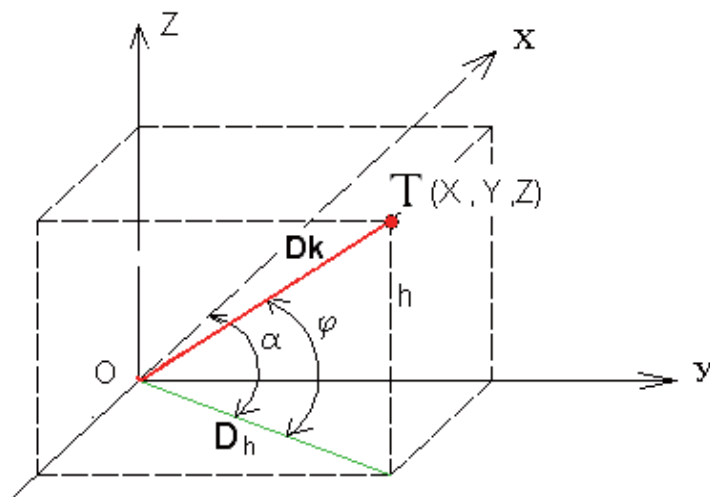
При мерењето на терен со поларната метода мерењето е директно сврзано со полигонските точки, односно тие служат како станици на инструментите.

Поларната метода за мерење на теренот е позната под името тахиметрија, што значи брзо мерење.

Мерењето со поларната метода се состои во одредување на просторни поларни координати на детални точки на теренот.

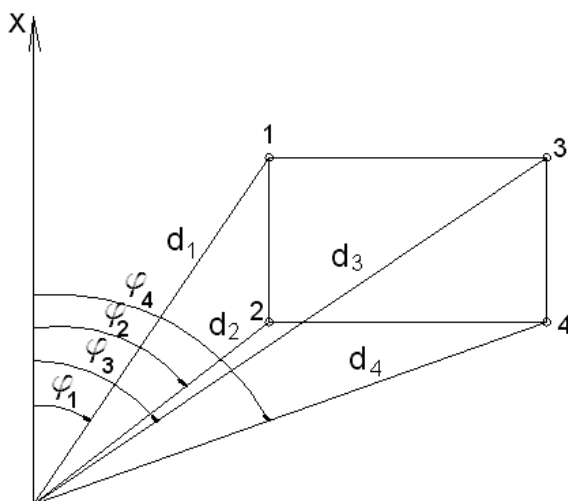
Просторните поларни координати се одредуваат со помош на мерење на косата должина до точката, мерење на хоризонталниот агол и мерење на вертикалниот агол, односно на вертикалното растојание до деталната точка.

Според тоа со поларната метода се добиваат податоци за претставување на деталните точки и во хоризонтална и во вертикална проекција.



Сл.67. Просторни поларни координати: D_k -коса должина, D_h –хоризонтална должина, h - висинска разлика, α -хоризонтален агол, φ -вертикален агол.

Положбата на деталните точки во хоризонталната проекција се одредуваат со мерење на хоризонталните агли кои ги затвораат правците кон деталните точки со дадена полигонска страна ($\varphi_1 \varphi_2 \varphi_3 \varphi_4$), како и со мерење на хоризонталните должини од полигонската точка во која е поставен инструментот до деталните точки на теренот ($d_1 d_2 d_3 d_4$).



Сл.68. Поларен метод на мерење на терен

Положбата на деталните точки во вертикална проекција се одредуваат со мерење на вертикалниот агол и косата должина или со мерење на висинската разлика меѓу деталната и полигонската точка.

За мерење на овие податоци во геодезијата се користат **авторедукциони далечиномери** и **електронски тахиметри** познати како мерни станици.

3.3.2.1 МЕРЕЊЕ СО АВТОРЕДУКЦИОНИ ДАЛЕЧИНОМЕРИ

Авторедукционите далечиномери се оптички теодолити тахиметри кои со директно читање на тахиметриска летва ја одредуваат редуцираната коса должина, односно ја одредуваат хоризонталната должина.

При мерењето на деталните точки со авторедукциони далечиномери на полигонската точка се поставува инструментот, а на деталните тахиметриска летва.

Тахиметриската летва има поделба во единици за мерење на должини и при мерењето треба да се поставува вертикално. Затоа тахиметрските летви имаат кружна либела.

Покрај читањето на летвата со авторедукционите далечиномери се мерат и хоризонталните агли кои ги затвораат правците кон деталните точки.

Со читање на летвата со помош на линиите за должина, висина и со нултата линија се добиваат податоци со чија помош се пресметува хоризонталната должина до деталните точки и висинското растојание меѓу станичната точка на инструментот и деталната точка.

Затоа при мерењето се мери и висината на инструментот.

Висината на инструментот се мери од центарот на станичната точка до хоризонталната оска на дурбинот со летва или со метар (види ја темата Оптички далечиномери).

Доколку се познати надморските висини на полигонските (станични) точки со додавање на висинската разлика се одредуваат надморските висини на деталните точки.

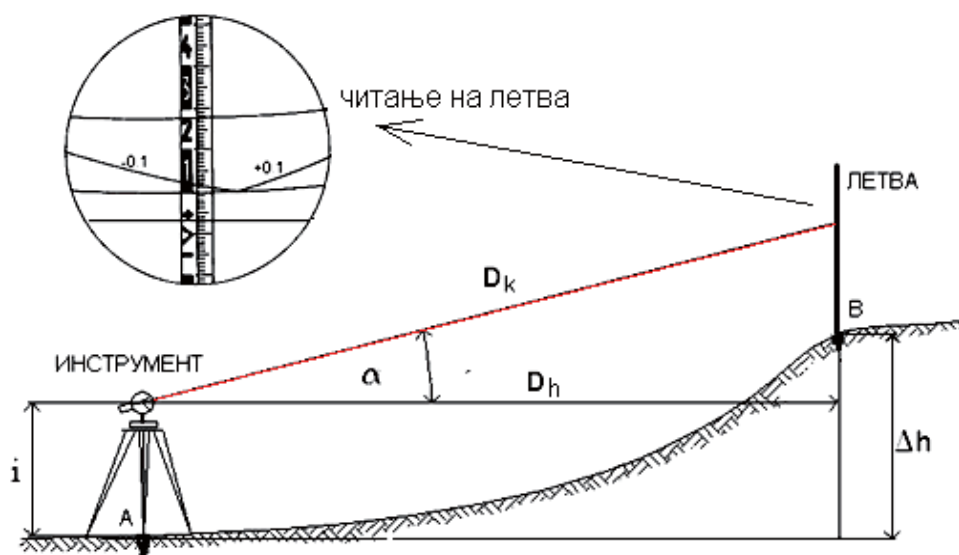
При самото мерење на теренот по извршеното центрирање и хоризонтирање на инструментот во станичната точка се врши визирање на две соседни полигонски точки (ориентациони точки) со цел да се одреди правец од кој ќе се започне со мерење на деталните точки, а потоа се започнува со мерење на деталните точки.



Сл. 69. Ориентирање на инструментот кон точка 1 и точка 3.

При самото мерење се врши грубо визирање на летвата, потоа фино визирање се додека вертикалната црта на кончаницата не дојде во средина на летвата.

Потоа се врши читање на летвата со линијата за должини, линијата за висини и нултата линија како и на хоризонталниот агол.



Сл. 70. Мерење со авторедукционен далечиномер

Запишувањето на податоците од мерењето како и пресметката на хоризонталните должини, висинските разлики и надморските висини на деталните точки се врши во посебни образци по веќе познатите равенки.

$$D_h = (L_d - L_o) \cdot K_d$$

$$\Delta h = (L_h - L_o) \cdot K_h + i - r$$

каде што:

K_d – мултипликациска константа за должини;

K_h – константа на линиите за висина;

i – висина на инструментот;

r – висина на реперот на летвата (висина на нултата линија).

Научив:

- кои податоци се мерат со поларната метода;
- со кои елементи е дефинирана поларните координати;
- со кои инструменти и прибор се врши поларното мерење;
- како се врши поларно мерење со авторедукциони далечиномери;

3.3.2.2 МЕРЕЊЕ СО ЕЛЕКТРОНСКИ ТАХИМЕТРИ – МЕРНИ СТАНИЦИ

Знам

- како изгледа авторедукционен далечиномер;
- како се одредува хоризонтална должина со авторедукционите далечиномери;

Сакам да научам

- Од што се составени електронските тахиметри ?
- Како се мерат агли со електронските тахиметри ?
- Како се мерат должини и висини со електронските тахиметри ?

Електронските тахиметри познати како мерни станици (total station) интегрираат во себе три основни дела и тоа; електронски теодолит, електрооптички далечиномер и мемориски дел со микропроцесор.

Со нивна помош се мерат хоризонтални и вертикални агли, хоризонтални и коси должини координати и фронтони меѓу детални точки.

Со делот кој има функција на електронски теодолит се мерат агли кои се отчитуваат на посебни кодирани лимбови поставени во инструментот, а кои со помош на микропроцесор се прикажуваат на екранот на инструментот.

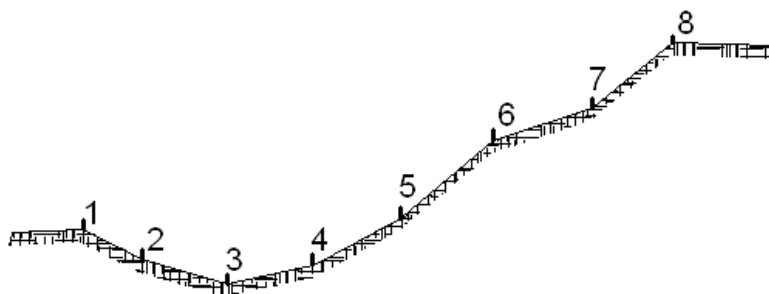
Со делот кој претставува електрооптички далечиномер се мерат должини со помош на инфрацрвена или ласерска светлина.

При мерењето со инфрацрвена светлина инструментот се поставува на полигонската точка, а на деталната точка се поставува рефлектор (призма) кој го враќа зракот во инструментот. При визирањето на призмата се дотерува центарот на кончаницата да се поклопи со центарот на призма.

Со делот кој претставува мемориски дел во инструментот податоците од мерењето може да се прикажуваат како хоризонтален агол, вертикален агол, коса должина, хоризонтална должина, висинска разлика и како координати на деталните точки X, Y и Z (надморска висина).

Податоците од електронскиот тахиметар се пренесуваат на компјутер во кој со помош на посебни програми тие податоци се обработуваат и се пренесуваат на карти и планови при нивната електронска изработка.

Ако некој терен се мери со цел да се добие неговата конфигурација, деталните точки треба да се постават на сите карактеристични преломи со цел да се добие најдобра претстава на теренот.

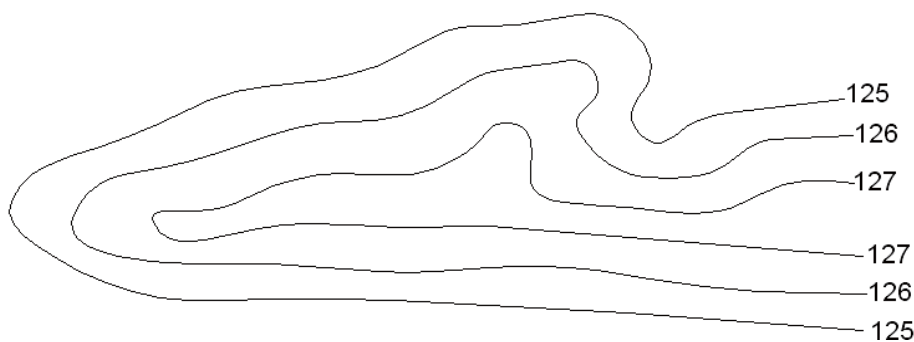


Сл.71. Терен со преломни точки

Точките се земаат по линијата на најголемиот пад на теренот при што се добива и вертикалниот профил на теренот.

Покрај за друго поларната метода се користи и за претставување на теренот на хартија со изохипси.

Изохипси се криви линии кои поврзуваат детални точки со исти надморски висини.



Сл.72. Изохипси

При мерењето со мерните станици најпрво инструментот се поставува на статовот, се хоризонтира и центрира врз полигонска точка која се нарекува станица. На деталните точки се поставуваат призми.

Пред да се започне со мерење се проверува состојбата на батеријата и по потреба се заменува со резервна која е полна.

Преку тастатурата која се наоѓа од двете страни на инструментот се избираат и подесуваат операциите кои треба да се извршат при мерењето.

При мерењето на агли најпрво се врши вклучување на инструментот а потоа се избира операција за мерење на агли со притискање на соодветното копче на тастатурата на екранот (Ang).

Се врши визирање на позната точка. При ова се врши изострување на ликот на конците на кончаницата со вртење на прстенот на окуларот .потоа се врши грубо визирање на призмата во ориентационата точка со помош на нишаните на дурбинот. Изострување на ликот се врши со вртење на винтот за фокусирање на дурбинот.

При мерењето на аголот се врши вклучување на компензаторот на инструментот кој има задача автоматски да ги поправа грешките односно да го хоризонтира теодолитот. Ако компензаторот не може да го хоризонтира инструментот (на екранот се прикажува OUT) тоа значи дека тој треба најпрво рачно да се хоризонтира со помош на положбените винтови.

Со помош на посебни функциски копчиња се влегува во модот на инструментот за мерење на агли и се подесува начинот за читање на хоризонталниот агол на почетниот правец на $0^{\circ} 00' 00''$.

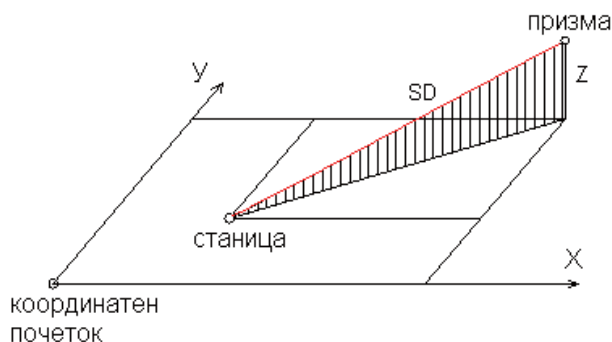
Потоа се визира кон деталните точки а на екранот се прикажуваат вредностите на хоризонталните агли (HR) , и зенитните вертикални агли (V).

При мерењето на должини меѓу станичната точка и деталните точки се врши визирање во центарот на призмата ,а потоа со притискање на соодветно копче за должини се влегува во модот за мерење на должини, каде се врши подесување на начинот на мерење ,подесување на константите на призмата , по што на екранот се прикажуваат хоризонталните , вертикалните агли, косата (SD) и хоризонталната должина (HD).

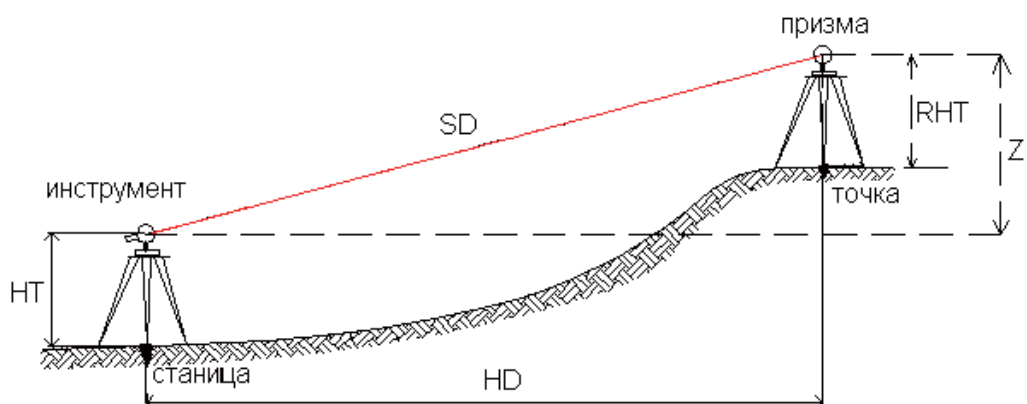
При мерење на координати (N) X- координата , (E) Y-координата , (Z) Z координата , најпрво во инструментот се внесуваат координатите на станичната точка , координатите на точката за ориентација , висината на призмата и висината на инструментот.

Ова се постигнува со помош на соодветни копчиња од тастатурата со кои се влегува во модот за мерење на координати и се врши внесување на потребните податоци.

По подесувањето и внесувањето на сите потребни податоци се визира на деталните точки при што нивните координати ќе бидат прикажани на екранот.

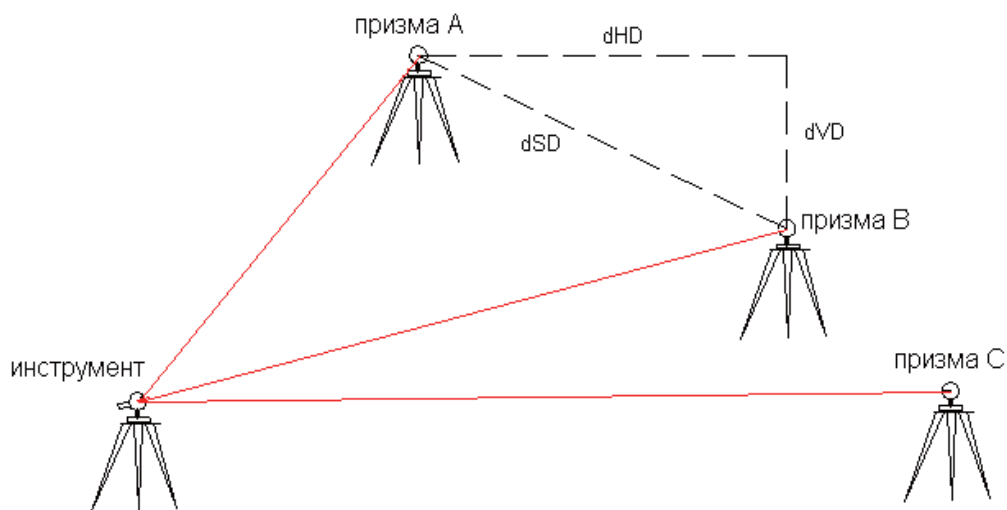


Сл.73. Координатно мерење
Z-висинско растојание,
SD – коса должина



Сл.74. Мерење на координати HT -висина на инструментот, RHT - висина на призмата, Z - висинско растојание, SD - коса должина HD - хоризонтална должина

При мерење на фронтони најпрво се подесува програмот за мерење на фронтони ,а потоа од станичната точка се визира на призмите во деталните точки и автоматски на екранот се прикажуваат хоризонталните растојанија меѓу две точки (dhd), вертикалните растојанија (dvd), косата должина (dSD) и хоризонталниот агол (Hr)



Сл. 75. Мерење на фронтони со мерна станица

Со овие инструменти податоците од мерењето ,можат автоматски да се зачуваат во посебни фајлови во меморијата на инструментот. Кај овие инструменти може да се меморираат повеќе од 4000 точки.

Научив:

- кои податоци се мерат со поларната метода;
- со кои елементи е се дефинираат поларните координати;
- како се врши мерење на агли со електронски тахиметри.
- како се врши мерење на должини со електронски тахиметри.
- како се врши мерење на висински разлики со електронски тахиметри.
- како се врши мерење на фронтови со електронски тахиметри.

3 . 4 МЕРЕЊЕ НА НИВЕЛМАНСКА МРЕЖА

Знам

- за што служи тригонометриската мрежа;
- за што служи полигонската мрежа;
- што се координати на геодетски точки;
- како се одредуваат координатите на деталните точки;
- што е надморска висина;
- што е хоризонтална проекција на терен;
- што е вертикална проекција на терен.

Со ортогоналното и со поларното мерење се добива хоризонтална претстава на теренот .

Со нивелманските мерења се одредуваат надморски висини на точките на теренот со кои теренот може да се прикаже во вертикална проекција.

Со нивелманските мерења се врши одредување на надморски висини на реперите на теренот кои ќе служат како основа за висинско мерење на теренот т.н. генерален нивелман.

За одредување на надморски висини на детални точки од теренот се користи т.н. детален нивелман.

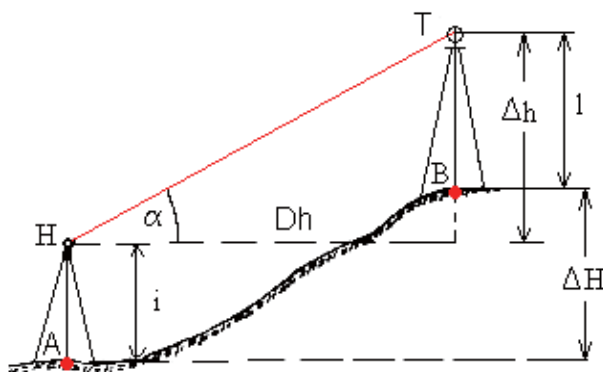
При одредување на надморските висини во деталниот нивелман се започнува од еден репер кој има позната надморска висина и се завршува на друг репер со позната надморска висина. При ова меѓу точките на теренот се мерат висинските разлики.

Мерењето на висинските разлики во нивелманската мрежа може да се врши тригонометриски и геометриски.

3.4.1 ТРИГОНОМЕТРИСКО МЕРЕЊЕ НА ВИСИНСКИ РАЗЛИКИ

За тригонометриското мерење на висинските разлики се користат инструменти со кои може да се измерат хоризонтални должини и вертикални агли како што се теодолитите и тахиметрите.

Ако треба да се измери висинската разлика меѓу две точки на теренот потребно е да се измери хоризонталната должина помеѓу точките и вертикалниот агол α .



Сл.76. Тригонометриско мерење на висински разлики

Висинската разлика помеѓу оската на инструментот (H) и призмата (T) се одредува со равенката

$$\Delta h = Dh \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

каде;

Dh - хоризонтална должина

α – вертикален агол

Висинската разлика помеѓу точките на теренот A и B се одредува по равенката

$$\Delta H = i + \Delta h - l$$

каде ;

i- висина на инструментот

l-висина на призмата

Ако надморската висина на точката A е позната, надморската висина на точката B се одредува по равенката;

$$H_b = H_a + \Delta H$$

Каде ;

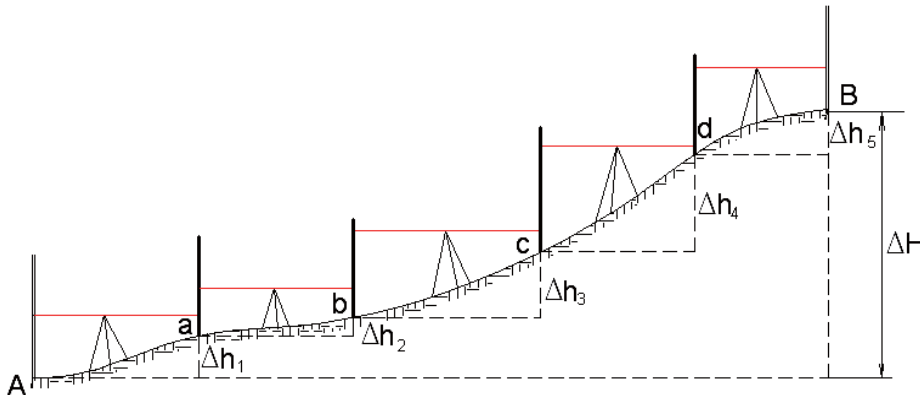
H_a - надморска висина на точката A.

3.5.2 ГЕОМЕТРИСКО МЕРЕЊЕ НА ВИСИНСКИ РАЗЛИКИ

За геометриско мерење на висински разлики се користат инструменти нивелири и прибор нивелмански летви.

Ако треба да се одреди висинска разлика меѓу две точки кои се на поголемо растојание отколку што може да се измери со инструментот и ако висините се поголеми од висината на нивелманската летва тогаш меѓу крајните точки се поставуваат меѓуточки. Овие меѓуточки се нарекуваат сврзни точки .

Со собирање на висинските разлики на сите меѓуточки се добива висинската разлика меѓу крајните точки.



Сл.77. Мерење висински разлики во детален нивелман

Ако првата и последната точка (А и В) имаат познати надморски висини, а треба да се одредат надморски висини на детални точки кои се наоѓаат помеѓу нив, тогаш постапката на мерење се состои во следното:

На одредено меѓусебно растојание на теренот се обележуваат сврзни точки (а, b ,c), на кои при мерењето се поставуваат вертикално нивелмански летви. Нивелирот се поставува на средина меѓу почетната и првата сврзна точка и се центрира и хоризонтира.

По ова со хоризонтална визура се визира на летвите и со средната хоризонтална црта на кончаницата се читаат висините на двете летви (Ia и Ia).

Висинската разлика меѓу двете точки се одредува кога од читањето на задната летва (Ia) ќе се одземе читањето на предната летва (Ia), односно:

$$\Delta h_1 = I_a - I_a$$

Потоа нивелирот се преместува меѓу сврзната точка “ а “ и сврзната точка “ b “ и постапката се повторува со што се одредува висинското растојание меѓу овие две точки .

Општата равенка за пресметување на висинските разлики може да се дефинира како:

$$\Delta h = Z - P$$

Каде е:

Z – читање на задната летва

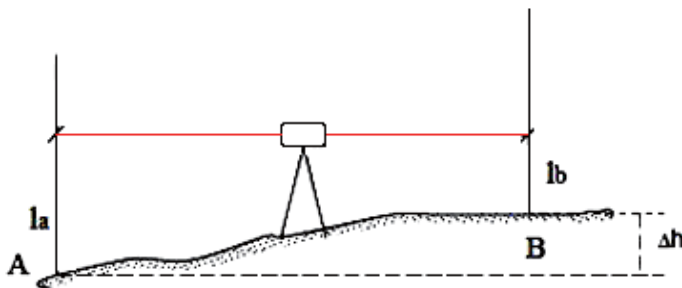
P – читање на предната летва

Пример

$$l_a = 2356 \text{ mm}$$

$$l_b = 1623 \text{ mm}$$

$$\Delta h = l_a - l_b = 0.733 \text{ mm}$$



Сл.78. Пример за нивелирање

На овој начин се одредуваат висинските разлики меѓу сите сврзни точки и на крајот се доаѓа до крајната точка ,точката В.

Потоа се одредува таканареченото отстапување на висинските разлики по равенката

$$f_n = (H_B - H_A) - \Sigma \Delta h$$

каде е

H_B – надморска висина на крајната точка В.

H_A – надморска висина на почетната точка А.

$\Sigma \Delta h$ – збир на сите измерени висински разлики

Доколку за отстапувањето се добие вредност нула,тоа значи дека при мерењето не се направени никакви грешки.

Во спротивно се одредуваат поправки за секоја висинска разлика поединечно по општата равенка

$$V_n = \frac{f_n}{D} \cdot d_n$$

каде е:

d_n – поединечна должина на нивелманските страни меѓу сврзните точки

D – вкупна должина нивелманскиот влак од точката А до В.

По пресметување на поправките се врши поправање на сите измерени висински разлики по општата равенка:

$$\Delta h_n' = \Delta h_n + V_n$$

Каде е:

$\Delta h_n'$ – поправена висинска разлика

Δh_n – измерена висинска разлика

V_n – поправка на висинската разлика

Надморските висини на сврзните точки ќе се добијат со додавање на поправените висински разлики на претходната позната надморска висина по општата равенка:

$$H_n = H_{n-1} + \Delta h_n'$$

Ако од првата станица станица на која е поставен нивелирот треба да се одредат надморски висини на детални точки на теренот, на деталните точки се поставуваат нивелмански летви на кои што ќе се врши визирање со нивелирот и читање на висините.

Пред да се одредат надморските висини на деталните точки се одредува надморската висина на визурата на нивелирот по равенката:

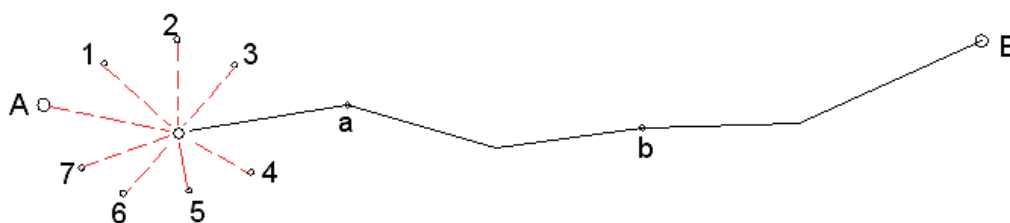
$$H_v = H_A + I_A$$

Каде е:

H_A – надморска висина на точката А

I_A - читање на летвата во точката А

Висина на визурата се одредува посебно за секоја станица од која се врши мерење на деталните точки.



Сл.79. Мерење на детални точки

Надморските висини на деталните точки се одредуваат кога од надморската висина на визурата се одземат читањата на летвите во деталните точки, односно

$$H_n = H_v - I_n$$

каде е:

H_n – надморска висина на детална точка

H_v – надморска висина на визура

I_n – читање на летвите во деталните точки

Податоците од мерењето и пресметувањето на надморските висини се врши во посебен образец.

Доколку за мерење на нивелманската мрежа се користат дигитални нивелири тогаш се користи специјална кодирана нивелманска летва од која се одбива светлината испратена од нивелирот и се враќа во нивелирот.

Во нивелирот се врши претворање на сликата на летвата во електрични сигнали кои со микропроцесор се прикажуваат на екранот на нивелирот.

Кодираниот нивелманска летва од едната страна има нанесено т.н. бинарни кодови за автоматско читање, а од другата страна се наоѓа класична центиметарска поделба за оптичко читање на висинските разлики.

Во дигиталните нивелири има вградено програми со кои се обработуваат мерените податоци и се одредуваат должини, број на точки, висински разлики.

Во последно време се користат специјални ласерски нивелири кои се состојат од глава која се врти околу вертикалната оска.

На главата се наоѓаат два отвора низ кои излегуваат ласерски зраци со чија помош се одредуваат висинските разлики од нивелманската летва.

Вакви нивелири се користат за мерење на поголеми површини.

Научив

- со кои инструменти се врши мерење на нивелманска мрежа;
- како се врши тригонометриско мерење на висински разлики;
- како се врши геометриско мерење на висински разлики;
- како се врши мерење на детални нивелмански точки;
- како се пресметуваат висински разлики;
- како се врши поправка на измерените висински разлики;
- како се пресметуваат надморски висини на детални точки.

4. РУДАРСКИ МЕРЕЊА

Знам:

- што е геодезија;
- за што служат геодетските планови и карти;
- какви видови на геодетски мрежи се користат во геодезијата;
- што е тригонометриска мрежа;
- што е полигонска мрежа;
- што е нивелманска мрежа;
- кои инструменти се користат за мерење во полигонската мрежа;
- кои инструменти се користат за мерење на нивелманската мрежа.

Сакам да научам:

- Со што се занимаваа рударските мерења?
- Што се мери со рударските мерења?
- Зошто мора да се вршат рударски мерења?

Рударските мерења се гранка на геодезијата кои се занимаваат со мерење на рударските простории во рудниците и нивно претставување на рударски планови во хоризонтална и вертикална проекција.

Рударските планови служат за претставување на рудното тело во просторот, за претставување на изработените рударски простории во хоризонтална и вертикална проекција, но и за планирање и проектирање на нови рударски простории, откопи и други рударски објекти.

Покрај ова со рударските мерења се одредуваат и контролираат правците по кои треба да се изработуваат хоризонталните, косите и вертикалните рударски простории, се одредува волуменот на ископаниот материјал и руда и др.

Рударските мерења се многу важни за рудниците, затоа што без точни рударски планови не можат да се предвидуваат, проектираат и изведуваат нови рударски работи, не можат да се изработуваат рударски простории во потребните правци и ќе доаѓа до нивно искривување.

Не можат да се одредуваат количините на ископана и на руда која допрва треба да се ископа.

Без рударски планови не може да се предвиде каде треба да се престане со изработката на рударските простории пред да излезат надвор од границите на рудното тело, или пред да влезат во стари напуштени работилишта.

Без рударски планови не може да се организира гасење на рударски пожари и спасување на луѓе во случај на несреќи и др.

За изработка на рударските планови во рудниците се поставуваат полигонски и нивелмански мрежи на чии точки се одредуваат координатите за хоризонтална проекција и надморските висини за вертикална проекција.

За да бидат точни проекциите на рударските простории геодетските мрежи кои се поставуваат во рудниците треба да бидат поврзани со површинските геодетски мрежи. Затоа најпрво на површината околу рудникот се поставува локална тригонометриска, полигонска и нивелманска мрежа која преку рударските простории се поврзува со геодетските мрежи во рудникот.

Во зависност од тоа што е влез во рудникот поврзувањето на површинските геодетски мрежи со геодетските мрежи во рудникот може да се изврши преку поткопи , коси окна , ускопи и вертикални окна.

При поврзувањето се врши мерење на должини , хоризонтални и вертикални агли , како и висински разлики, како на површината , при што се користат истите геодетски инструменти и прибори кои се користат за мерење на површината на Земјата.

Во некои случаи се користат и посебно конструирани инструменти и прибори кои се прилагодени за мерење во рудниците.

Научив:

- за што служат рударските мерења;
- зошто е важно да се вршат рударски мерења во рудниците;
- што е потребно да се направи за поврзување на површински геодетски мрежи со геодетските мрежи во рудниците;
- низ што се врши поврзување на површинските со рудничките геодетски мрежи.

4.1 СТАБИЛИЗИРАЊЕ НА ГЕОДЕТСКИ МРЕЖИ ВО РУДНИЦИТЕ

Знам:

- за што служат рударските мерења;
- како се поставуваат полигонски точки на површината;
- како се поставуваат нивелмански точки на површината.

При поставување на геодетските мрежи во рудниците најпрво се поставуваат и обележуваат геодетските точки во рударските простории.

Постапката со која се поставуваат и обележуваат геодетските точки со белези во рудниците се вика стабилизирање на геодетската мрежа.

Во рудниците се поставуваат следните видови на геодетски точки;

- полигонски точки за мерење со инструменти;
- полигонски точки за магнетски мерења со компас;
- нивелмански точки за мерење со нивелир.

Полигонските точки за мерење со инструменти (теодолит) во рудниците се поставуваат во горниот тавански дел на рударските простории.

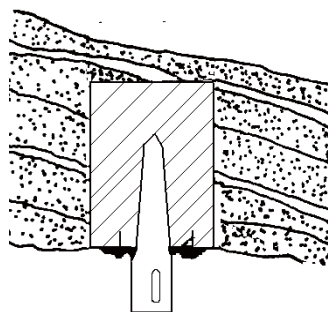
Во рударските простории полигонските точки можат да бидат небетонирани и бетонирани.

Ако рударската просторија е подградена со постојана дрвена подграда, небетонираните полигонски точки се поставуваат во самата подграда.

Ако просторијата не е подградена или е подградена со бетонска подграда, небетонираните полигонски точки се поставуваат така што во таванот се дупчи кратка дупка со длабочина од 5 до 7 cm , во која се зачукува дрвен колец.

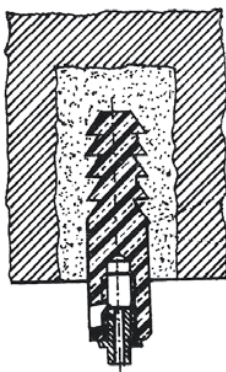
Во колецот потоа се зачукува металниот клин на точката заедно со металната плочка на која се пишува бројот на полигонската точка.

Во отворот на клинот при мерењето се закачува висок со конец.



Сл.80. Белег за небетонирана полигонска точка

Бетонираните полигонски точки исто така се поставуваат во таванскиот дел на рударските простории со тоа што во дупката наместо дрвен клин се поставува бетон. Во бетонот се поставува специјален метален клин на кој се наоѓа место за закачување на конецот на високот.

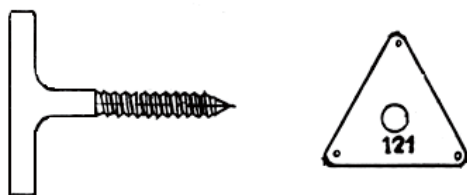


Сл.81. Белег за бетонирана полигонска точка во рудник

Полигонските точки за магнетски мерења со компас се поставуваат или во горниот тавански дел или во страните на рударските простории.

Во рударските простории кои се подградени со дрвена подграда овие точки се поставуваат директно во подградата , а во неподградени простории се поставуваат како небетонираните полигонски точки.

Белезите за полигонските точки за магнетски мерења се состојат од т.н. крилеста виљушка со навој и триаголна плочка за бројот на точката.

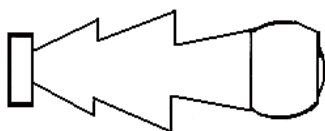


Сл.82 . Белег за полигонска точка за магнетски мерења

Најпрво се зацврстува плочката ,а потоа преку неа со навртување се зацврстува крилестата виљушка.

Нивелманските точки за мерење со нивелир се поставуваат во страните на рударските простории и тоа на влезовите во рудникот , на раскрсници на хоризонтите , на довозиштата и одвозиштата кај извозните окна и на секои 500 до 1000 m во правите ходници.

Белегот на нивелманските точки е ист како и белегот на реперите кои се поставуваат на површината.



Сл. 83. Белег за репер во рудник

Реперот се поставува така што во страната на просторијата на висина од околу 0.5 m од подот се дупчи кратка хоризонтална дупка во која се зачукува реперот, така што еден дел да се гледа заради поставување на нивелманската летва.

Научив:

- какви видови на геодетски точки се поставуваат во рудниците;
- како се поставуваат полигонски точки за мерење со инструменти;
- како се поставуваат полигонски точки за магнетски мерења;
- како се поставуваат репери.

4.2 ПОВРЗУВАЊЕ НА ПОВРШИНСКА ПОЛИГОНСКА МРЕЖА СО ЈАМСКА ПРЕКУ ПОТКОП

Знам:

- што е полигонска мрежа;
- какви видови на влаци има во полигонската мрежа;
- што е прекршен агол;
- што е дирекционен агол;
- што се координати на полигонски точки;
- како се мерат агли со гирусен метод.

За да може да се пресметаат координатите на полигонските точки во јама, потребно е да се изврши поврзување на површинската полигонска мрежа чии точки имаат познати координати со јамската чии координати се непознати и треба да се одредат. Како што е познато од порано за да се одредат координати на полигонски точки потребно е да се измерат сврзните и прекршните агли во полигонскиот влак, како и хоризонталните должини меѓу полигонските точки.

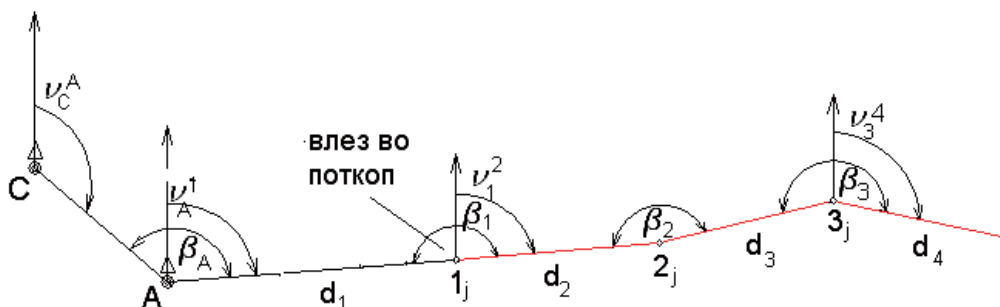
За мерење на агли во полигонската мрежа се користат инструменти како што се теодолитите, а за мерење на должините ленти, аврторедукциони далечиномери и електронските тахиметри.

Врз основа на овие измерени податоци се врши одредување на дирекционите агли, се пресметуваат координатните разлики и на крајот координатите на полигонските точки во јама.

Карактеристично за мерење на сврзните и прекршните агли во јама е тоа што теодолитот се центрира и хоризонтира под високот кој се закачува на полигонските точки во рударските простории.

Теодолитите кои се користат за мерење на прекршните агли во рудниците треба да имаат центрирна значка која треба да се поклопува со врвот на високот поставен над теодолитот.

Хоризонтирањето и центрирањето на теодолитот се врши на ист начин како и на површината со помош на положбените винтови и либелите, со тоа што кога либелата ќе врхуни врвот на високот и врвот на центрирната значка на теодолитот треба да бидат во ист вертикален правец.



Сл. 84 . Поврзување на површинска полигонска мрежа со јамска преку поткоп

Пресметувањето на дирекционите агли, координатните разлики и координатите на јамските точки ($1j$, $2j$, $3j$) се врши на ист начин како на површина со тоа што овде многу често се работи за слеп полигонски влак во кој не е можна контрола и поправка на прекршните агли и координатните разлики.

Ако влезот во јамата е коса просторија, поврзувањето на површинската полигонска мрежа со јамската е исто како кај поткопот со напомена дека при центрирањето на теодолитот и при мерењето на аглите мора да се работи многу внимателно затоа што визуриите се коси.

Доколку косата просторија има голем наклон, на теодолитот треба да се постават посебни уреди со призма со кои може да се визира и под поголеми агли.

Научив:

- кои податоци се мерат за да се поврзе површинска со јамска полигонска мрежа;
- како се центрира и хоризонтира теодолит во јамски полигонски точки;
- на кој принцип се пресметуваат координати на јамските полигонски точки кога влезот во јамата е поткоп.

4.3 ПОВРЗУВАЊЕ НА ПОВРШИНСКА ПОЛИГОНСКА МРЕЖА СО ЈАМСКА ПРЕКУ ОКНО

Знам:

- што е окно;
- кои податоци се мерат за да се пресметаат координати на полигонски точки;
- како се хоризонтира и центрира теодолит на површина;
- како се хоризонтира и центрира теодолит во јама.

Сакам да научам:

- Како се поврзува јамска полигонска мрежа со површинска преку окно?
- Кои инструменти и прибор се користат при поврзување на овие мрежи преку окно?

Во случај кога влезот во рудникот е окно, а јамските полигонски точки се поставени на довозиштата, односно на хоризонтите, тогаш при поврзувањето на јамските со површинските полигонски точки се користат два висоци кои претставуваат две помошни полигонски точки.

Двата висоци со помош на челични жици се спуштени во окното, а на долниот дел тегот на висоците е поставен во сад со вода за нивно смирување.

На површината двата висоци се поврзуваат со површинската полигонска мрежа при што им се пресметуваат координатите и дирекциониот агол на страната меѓу нив.

Во јамата на овие два висоци со веќе познати координати се поврзуваат јамските полигонски точки кои се поставени на довозиштата на секој хоризонт.

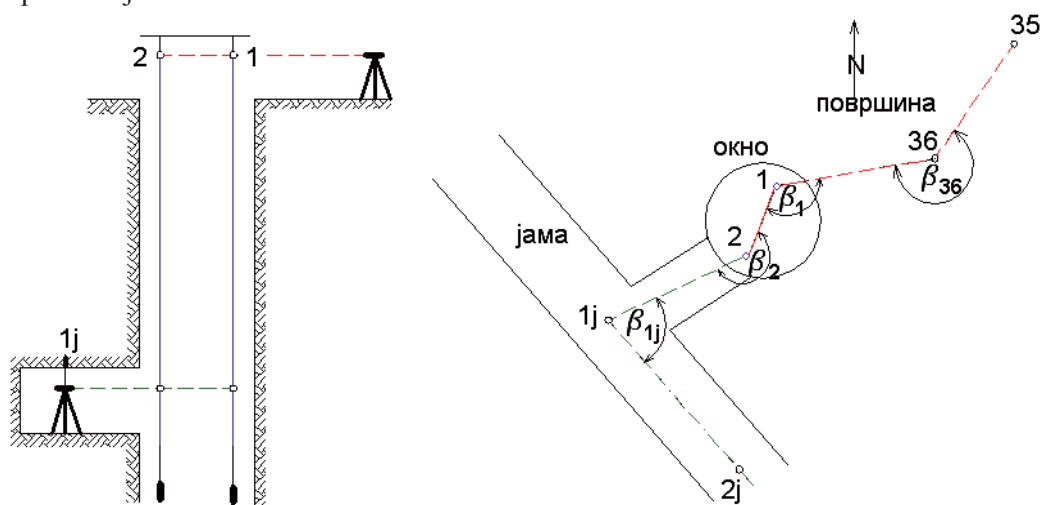
На јамските точки им се пресметуваат координатите, а координатите на останатите јамски точки на хоризонтите се одредуваат со продолжување на полигонскиот влак по хоризонтите како во поткопот.

За поврзување на јамска полигонска мрежа со површинска преку окно може да се употребат два начина и тоа;

- центричен начин; и
- ексцентричен начин.

4.3.1 ЦЕНТРИЧЕН НАЧИН

Кај овој начин во окното се спуштаат два висоци (1 и 2) ,преку кои надворешната мрежа продолжува во јама. Страната меѓу двата висоци служи како завршна полигонска страна на површинскиот влак, а наедно и како почетна страна на јамскиот полигонски влак.



Сл.85. Шема на центричен начин на поврзување на површинска со јамска полигонска мрежа преку окно

Мерењето кај центричниот начин започнува со мерење на прекршниот агол во површинската точка 36(β_{36}) . Потоа теодолитот се поставува на посебен цврст патос во окното и се центрира и хоризонтира под високот 1. Од оваа точка се мери прекршниот агол β_2 со визирање на високот 2 и површинската точка 36.

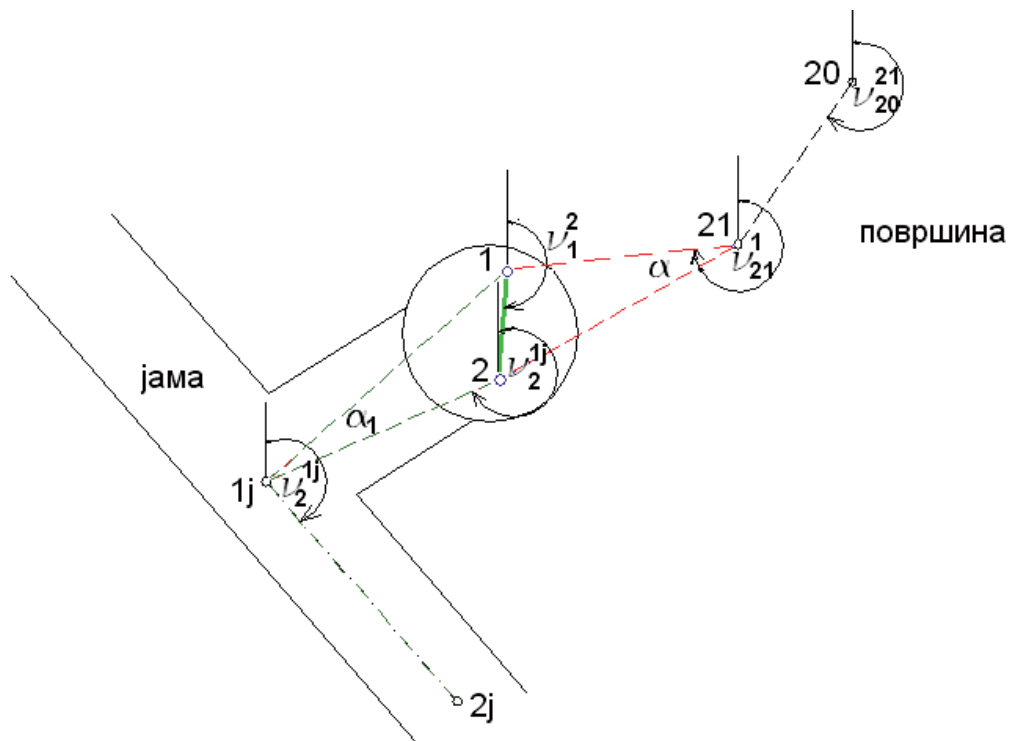
Потоа се носи инструментот во јама каде исто така на посебно направен патос во окното теодолитот се центрира под високот 2. со визирање на високот 1 и на јамската точка (1j) се мери прекршниот агол β_2 . По измерувањето на овој прекршен агол ,теодолитот се центрира во првата јамска точка (1j) и се мери прекршниот агол β_{1j} . Потоа теодолитот се центрира во втората јамска полигонска точка (2j) и мерењето продолжува понатаму низ хоризонтот како кај поткопот.

4.3.2 ЕКСЦЕНТРИЧЕН НАЧИН

Кај ексцентричниот начин се формираат два или повеќе триаголници, зависно од бројот на хоризонтите кои ги поврзува окното, од кои еден на површината. На сите триаголници заедничка страна им е страната меѓу двата висоци.

Кај ексцентричниот начин се мерат сите три страни во триаголниците и само еден агол на површината и еден агол во јамата (α и α_1).

На тој начин отстаѓа операцијата центрирање на теодолитот под висоците во окното како кај центричниот начин.



Сл. 86. Шема на ексцентричен начин на поврзување на површинска со јамска полигонска мрежа преку окно

Останатите агли во триаголниците можат да се одредат со помош на синусната теорема, односно:

$$\frac{a}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin \beta} = \frac{c}{\sin \gamma}$$

Врз основа на пресметаните агли во триаголниците можат да се одредат и прекршните агли во полигонскиот влак во точките 1, 2, односно; β_1 и β_2 .

Прекршните агли во точката 21 и точката 1j се одредуваат со мерење со теодолит при визирање на високот 2 од површина и јама.

Врз основа на познатата општа равенка се врши пресметка на дирекционите агли на страните од површинската до јамската точка, со тоа што не се врши поправка на прекршните агли бидејќи се работи за слеп полигонски влак.

$$\beta_n = \beta_{n-1} + \beta_n \pm 180^\circ$$

По пресметувањето на дирекционите агли се врши пресметка на координатните разлики по општите равенки:

$$\Delta Y_n = d_n \cdot \sin \beta_n$$

$$\Delta X_n = d_n \cdot \cos \beta_n$$

На крајот се пресметуваат координатите на висоците (1 и 2) и на првата јамска точка (1j), по општите равенки:

$$Y_n = Y_{n-1} + \Delta Y_n$$

$$X_n = X_{n-1} + \Delta X_n$$

Центричниот начин на поврзување на површинска со јамска полигонска мрежа има многу недостатоци како што е тешката изработка на патосите, тешкото и неточно центрирање на теодолитот под висоците во окното, па затоа многу ретко се користи . Како подобар начин се смета ексцентричниот начин.

Научив:

- како се врши поврзување на површинска полигонска мрежа со јамска преку окно со центричен начин.

- како се врши поврзување на површинска со јамска полигонска мрежа со ексцентричен начин;

- кои општи равенки се користат при пресметка на координати на јамските точки кај ексцентричниот начин.

4.4 МАГНЕТСКИ МЕРЕЊА

Знам:

- што е дирекционен агол;
- како се пресметуваат дирекционите агли;
- како се пресметуваат координатите на полигонски точки.

Магнетските мерења во рудниците се користат за мерење на магнетски азимут, кои во магнетските мерења се поистоветуваат со дирекционен агол.

Ова значи дека дирекционите агли во магнетските мерења се мерат наместо да се пресметуваат.

Магнетски азимут е хоризонтален агол кој го зафаќа полигонска страна со магнетскиот меридијан.

Магнетски меридијан е правецот на север кој го покажува магнетната игла на компасот под дејство на Земјиниот магнетизам.

Астрономски меридијан е правецот на северниот пол. Астрономскиот меридијан се поклопува со позитивната насока на X-оската од координатниот систем.

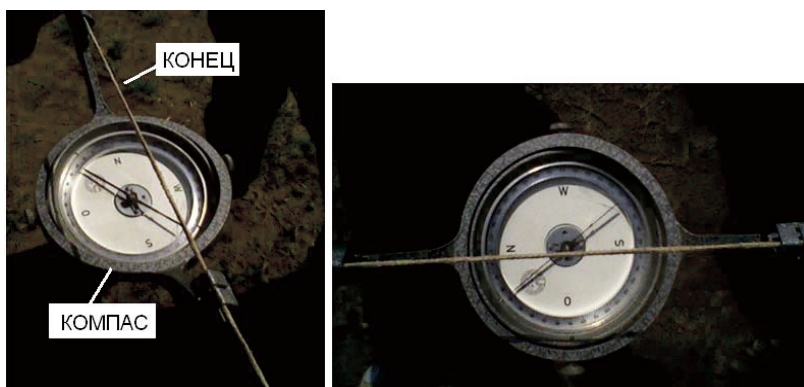
Од ова произлегува дека меѓу магнетскиот и астрономскиот меридијан постои мала разлика која се нарекува деклинација.

Деклинација е мал агол кој меѓусебе го затвораат магнетскиот и астрономскиот меридијан. При мерењето на магнетските азимути се врши поправка на азимутот за вредноста на деклинацијата.

Ако на крајните точки на некоја страна и се познати координатите може да се пресмета дирекциониот агол и ако на истата страна може да се измери магнетскиот азимут тогаш разликата меѓу нив ќе ја даде вредноста на деклинацијата.

Магнетска инклинација е вертикален агол кој го зафаќа магнетната игла на компасот со хоризонталната рамнина под дејство на Земјината гравитација. При магнетските мерења влијанието на инклинацијата се отстранува така што јужниот крај на иглата ќе се оптовари толку за да иглата може слободно да се движи во хоризонталната рамнина.

За мерење на магнетските азимути во рударските мерења се користи инструмент наречен висечки компас.



Сл. 87. Висечки компас

Висечкиот компас се користи за мерење на рударски простории ,давање правец на изработка на рударски простории во случаи кога не се бара голема точност при мерењето.

Висечкиот компас се состои од компасна кутија и справи за закачување на конец. Компасната кутија е поставена во посебен прстен во кој кутијата може да зазема хоризонтална положба.

Компасната кутија се прави од месинг и во неа е поставен хоризонтален круг (лимб) . Кругот е поделен на 360° , а бројките растат во насока спротивна на движењето на стрелките на часовникот.

На кутијата се заменети исток и запад за да може директно да се читаат магнетските азимути.

Магнетната игла е поставена на вертикална оска на која може слободно да се движи во хоризонтална смисла. Должината на иглата е од 5 до 6 cm и е со остри краеве за полесно читање. Направена е од челик. Поради полесно распознавање северниот крај на иглата е обоен со сина боја.

Од долната страна на кутијата има винт со кој иглата може да се закочува при читањето и да се откочува при мерењето.

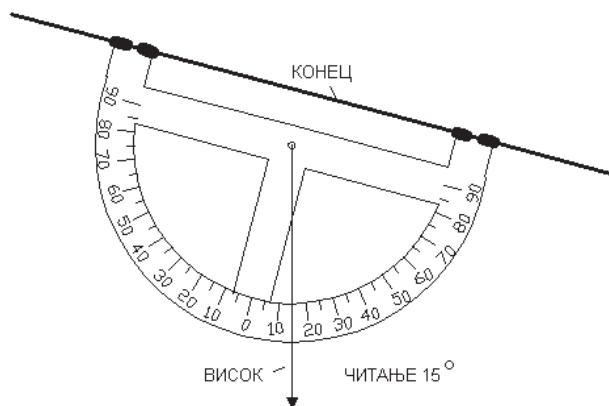
Поделбата $0-180^\circ$ е во правец на рачките за закачување на компасот, односно во правец на конецот на кој се закачува компасот при мерењето.

При магнетските мерења покрај магнетскиот азимут се врши мерење и на вертикални агли кои ги затвара оптегнатиот конец со хоризонталата.

За мерење на вертикални агли во магнетските рударски мерења се користи справа наречена висечки падомер.

Висечкиот падомер се состои од метален полукруг со алки за закачување на оптегнатиот конец и мал висок со тенок конец кој при мерењето го покажува вертикалниот правец.

На полукругот на падомерот почнувајќи од средината се обележани црти од $0-90^\circ$ од кои се чита вертикалниот агол. Читањето се врши со помош на конецот од високот.



Сл. 88 . Висечки падомер

При мерењето со компасот и падомерот се започнува од некоја точка со познати координати која е мерена од порано.

Во рударските простории кои ќе се мерат на растојание од 10 до 20 m се поставуваат крилести виљушки ,кои ќе претставуваат полигонски точки за мерење со компас.

Меѓу точките се оптегнува конец кој не треба никаде да се допира во јамската просторија. На средината на конечот се закачува падомерот и се чита вертикалниот агол. Потоа се закачува компасот со нулата односно правецот на север да биде во правец на мерењето. По смирувањето на магнетната игла со нејзиниот северен крај се врши читање на магнетниот азимут во степени и минути кои се ценат од око.Компасот се обесува во втора положба и пак се чита магнетскиот азимут.

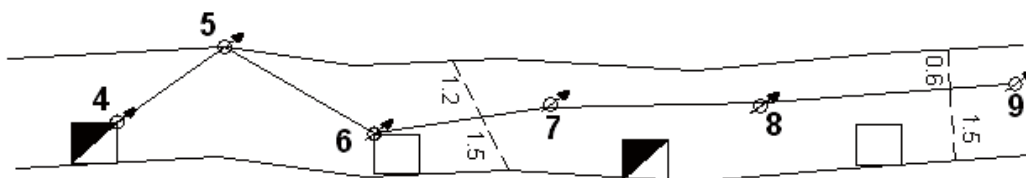
Потоа конечот се одврзува и меѓу точките се мери должината со помош на лента од 20 или 25 m.

Податоците од мерењето се запишуваат во посебен образец за магнетски мерења на кој се црта и скица на точките и рударската просторија . Овие операции се повторуваат на секоја точка се до последната.

При мерењето се врши мерење и на растојанијата на карактеристичните точки на просторијата од подот, кровот и страните и истите се запишуваат во образецот. Во текот на мерењето на скицата се забележуваат сите други рударски работи на кои ќе се најде како што се ускопи , рудни сипки и др.

За претставување на мерената просторија на план треба да се изврши пресметување на координатите на компасните точки или тие да се внесат графички.

При магнетските мерења треба да се внимава во близина на компасот да нема железни предмети или кабли за електрична струја кои можат да ја попречат нормалната работа на магнетната игла.



Сл. 89. Скица на просторија при магнетски мерења

Научив:

- што е магнетски азимут;
- што е деклинација ;
- што е инклинација;
- како изгледа висечки компас;
- како изгледа висечки падомер;
- како се мери просторија со висечки компас.

4.5 ПОВРЗУВАЊЕ НА ПОВРШИНСКА НИВЕЛМАНСКА МРЕЖА СО ЈАМСКА ПРЕКУ ПОТКОП

Знам:

- во што се разликува магнетскиот азимут од дирекциониот агол;
- кои инструменти и прибор се користат за магнетски мерења;
- како се вршат магнетските мерења во рудниците;
- што е надморска висина;
- што е нивелмански влак;
- што е репер;
- како се поставуваат реперите во рудниците.

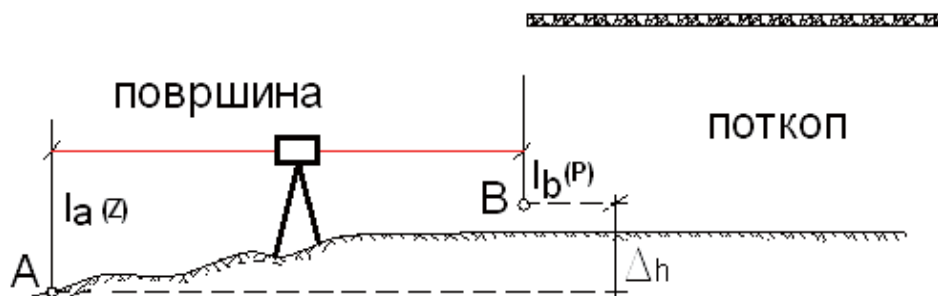
За претставување на рударските простории во вертикална проекција, потребно е на карактеристичните точки во рудникот да се одредат надморските висини. Затоа во рудниците покрај полигонска се поставува и нивелманска мрежа.

Нивелманската мрежа се состои од репери (нивелмански точки) кои се поставуваат на влезовите во рудникот, на раскрсници и на други важни места на хоризонтите во рудникот.

Ако влезот во рудникот е поткоп, тогаш првиот репер се поставува на неговиот влез, а останатите на растојание од 500 и повеќе метри.

За да може да се одреди надморската висина на овие репери, се врши поврзување на површинската нивелманска мрежа со јамската. Поврзувањето во овој случај се врши исто како на површината.

Нивелирот се поставува на средина меѓу површинскиот репер и реперот на влезот во поткопот, а на двата репера се поставуваат вертикално нивелмански летви.



Сл. 90. Поврзување нивелманска мрежа преку поткоп

Со визирање при хоризонтална визура и со читање на летвите се одредува висинската разлика меѓу површинскиот и јамскиот репер.

$$\Delta h = Z - P$$

каде е:

Z- читање на задната летва la (површински репер)

P- читање на предната летва lb (репер во поткоп)

Знаејќи ја надморската висина на површинскиот репер се одредува надморската висина на реперот на влезот во поткопот.

$$H_n = H_{n-1} + \Delta h_n$$

каде е:

H_{n-1} – надморска висина на претходен репер (површина)

Δh_n - висинска разлика

Одредувањето на надморските висини на останатите репери во поткопот се врши на ист начин со помош на нивелир и нивелмански летви. На реперите или на сврзните точки во поткопот се поставуваат вертикално нивелмански летви, а нивелирот се поставува на средина меѓу летвите. Со визирање со хоризонтална визура и со читање на летвите се одредува висинската разлика меѓу реперите.

Со додавање на висинската разлика на надморската висина на претходниот репер се добиваат надморските висини на реперите во поткопот, односно на сврзните точки во поткопот.

Научив:

- за што служи нивелманската мрежа во јама;
- како се пресметуваат висинските разлики во поткоп;
- како се пресметуваат надморските висини на поткоп;
- како се поврзуваат нивелманските мрежи кога влезот е поткоп.

4.6 ПОВРЗУВАЊЕ НА ПОВРШИНСКА НИВЕЛМАНСКА МРЕЖА СО ЈАМСКА ПРЕКУ КОСИ ПРОСТОРИИ

Знам:

- што е надморска висина;
- што е висинска разлика;
- како се одредува надморска висина на поткоп.

Сакам да научам:

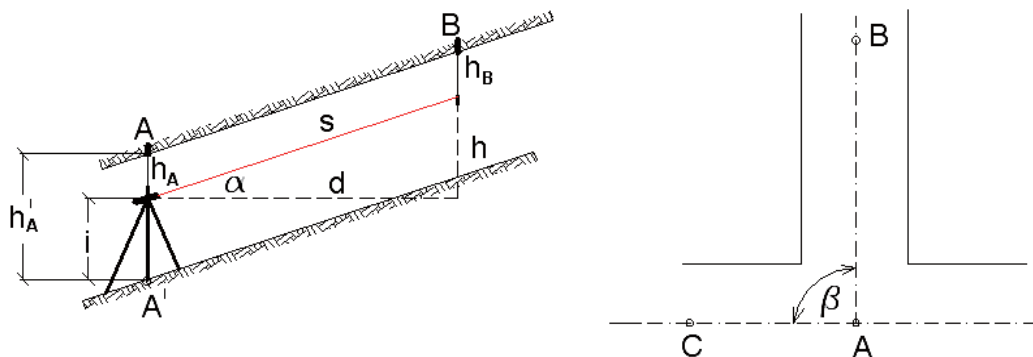
- Како се одредуваат надморски висини на точки во коси простории?
- Како се поврзуваат нивелмански мрежи кога влезот е коса просторија?

Кога влезот во јамата е коса просторија на пример кос поткоп, нископ или косо окно на почетокот на крајот на просторијата се поставуваат репери на кои им се одредуваат надморските висини.

Надморската висина на реперот кој е поставен на влезот во просторијата се одредува со помош на нивелир и нивелмански летви како кај поткопот.

Одредувањето на надморските висини на точките поставени во косата просторија не се одредува со нивелир, туку на тригонометриски начин.

Кај тригонометрискиот начин се користи инструмент теодолит, авторедукциони далечиномери или електронски тахиметри, со таа разлика што наместо тахиметриски летви сега во косата просторија се поставуваат висоци.



Сл. 91. Тригонометриско нивелирање одоздола нагоре

Висинските разлики кај тригонометриското нивелирање се одредуваат врз основа на измерениот вертикален агол (α), косата должина (s), висината на висоците (h) и висината на инструментот (i).

Одредувањето на надморските висини на точки во коси простории ќе го прикажеме низ примери.

Во случај кога е позната надморската висина на точката А, односно А' за да се одреди надморската висина на точката В и хоризонталното растојание меѓу точките А и В, се врши мерење на вертикалниот агол (α), косата должина (s), висината на висоците (h) и висината на инструментот (i). На точките А и В се закачуваат висоци.

Инструментот се хоризонтира и центрира под високот во точката А, па се визира кон точката С и кон точката В, за да се измери прекршниот агол (β).

Потоа се визира на високот во точката В и се мери вертикалниот агол (α).

Истовремено со ова се мери и косата должина (s), висината на инструментот до хоризонталната оска на теодолитот (i), како и висината на високот во точката А.

При мерењето на вертикалниот агол и при мерењето на косата должина меѓу точките А и В во крајот на високот во точката В се поставува клин на кој што се визира.

По извршените мерења се врши пресметка на хоризонталната должина и на надморската висина на точката В, на следниот начин:

$$\sin \alpha = \frac{h}{s} \quad \cos \alpha = \frac{d}{s}$$

од овие равенки произлегува дека:

$$h = s \cdot \sin \alpha$$

$$d = s \cdot \cos \alpha$$

каде е:

h – висинска разлика меѓу високот во точката А и точката В

s – коса должина меѓу високот во точката А и точката В

α – вертикален агол

Надморската висина на точката В може да се одреди на следниот начин:

$$H_B = H_A - h_A + h + h_B$$

$$H_B = H'_A + i + h + h_B$$

При геометриското нивелирање треба да се води сметка висините на висоците да бидат еднакви. Со тоа се овозможува лесно контролирање на косите должините меѓу точките во просторија која треба да биде паралелна со визурата на теодолитот.

Задача

1. Да се одреди надморската висина на точката В, како и хоризонталното растојание меѓу точките А и В, ако надморската висина на точката А' е позната и изнесува $H_{A'} = 942,36$ m.

При мерењето во косата просторија се добиени следните податоци:

- висината на просторијата $h_{A'} = 2.41$ m

- висината на високот во точката А $h_A = 1.42$ m

- косата должина $s = 39.45$ m

- висината на високот во точката В $h_B = 1.42$

- вертикален агол $\alpha = 63^\circ 49' 40''$

$$h = s \cdot \sin \alpha = 39.45 \cdot \sin 63^\circ 49' 40'' = 35.40 \text{ m}$$

$$d = s \cdot \cos \alpha = 39.45 \cdot \cos 63^\circ 49' 40'' = 17.40 \text{ m}$$

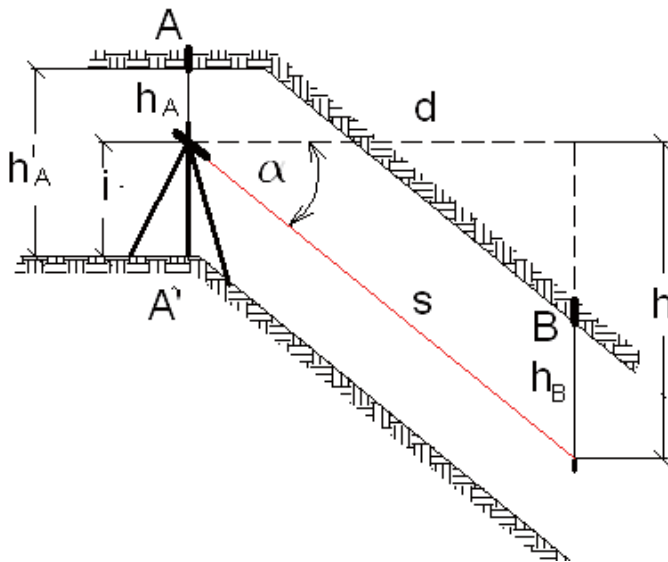
Надморската висина на точката В ќе биде:

$$H_A = H_{A'} + h_A = 942,36 + 2.41 = 944.77$$

$$H_B = H_A - h_A + h + h_B = 944.77 - 1.42 + 35.40 + 1.42 = 980,10 \text{ m.}$$

Во случаи кога при поврзувањето на површинската нивелманска мрежа со јамската треба да се врши тригонометриско нивелирање одозгора надолу и тогаш се добива негативна висинска разлика.

Тоа значи дека висинската разлика треба да се одземе од надморската висина на првиот репер на почетокот на косата просторија.



Сл. 92. Тригонометриско нивелирање одозгора надолу

Научив

- која е разликата меѓу геометриското и тригонометриското нивелирање;
- како се одредуваат надморски висини при нивелирање одоздола нагоре;
- како се одредуваат надморски висини опри нивелирање одгоре надолу.

4.7 ПОВРЗУВАЊЕ НА ПОВРШИНСКА НИВЕЛМАНСКА МРЕЖА СО ЈАМСКА ПРЕКУ ОКНО

Знам

- што е окно;
- што е надморска висина ;
- како се врши геометриско нивелирање во поткоп;
- како се врши тригонометриско нивелирање во коси простории;

За поврзување на површинска нивелманска мрежа со јамска преку окно потребно е на површината во близина на окното да се постави репер на кој може со нивелирање да му се одреди надморската висина.

Окно е вертикална подземна рударска просторија која се изработува од површината под агол од 90°

Поврзувањето ќе биде извршено кога на реперите поставени на хоризонтите до окното ќе им се одредат надморските висини.

Надморските висини се одредуваат кога од надморската висина на реперот на површината ќе се одземе висинската разлика до реперите во јамата.

Од ова произлегува дека со рударските мерења во јамата треба да се измери висинската разлика меѓу реперот на површината и реперите на хоризонтите во јама кои се наоѓаат до окното.

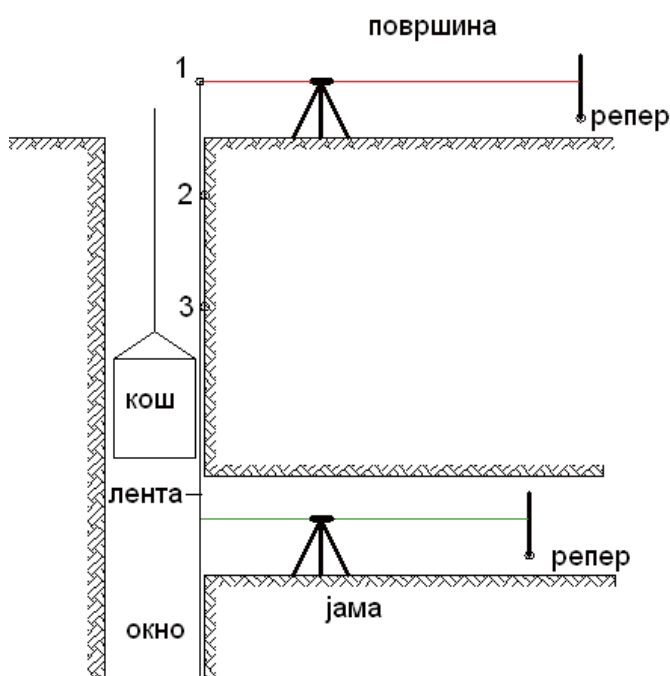
Мерењето на висинските разлики во окната може да се изврши со:

- обична полска лента со должина од 50 m;
- специјална лента со голема должина; и
- жица за проектирање.

Мерењето на висински разлики со обична лента се врши така што на почетокот на окното се поставува клин на кој ќе се закачи лентата. Надморската висина на клинот се одредува со нивелирање од средина меѓу реперот на површината и клинот, користејќи нивелмански летви. При мерењето лентата треба слободно да виси во окното.

По закачување на лентата на првиот клин, мерачот со помош на извозниот кош се спушта во окното и на крајот на лентата во подградата на окното поставува друг клин. На овој клин ја закачува следната цела лента. Оваа постапка се повторува се до дното на окното.

На хоризонтите на кои се поставени репери се врши нивелирање со нивелир меѓу реперот и лентата која виси во окното. На реперот се поставува нивелманска летва, а на лентата се чита должината. Кога на читањето на лентата ќе се додаде читањето на летвата на реперот ќе се добие неговата надморска висина. При мерењето на овој начин треба во обѕир да се земаат и димензиите на рачките за закачување и дебелината на клиновите. Спуштањето на лентата од клин до клин се врши со помош на јаже.



Сл. 93. Нивелирање со обична лента

Мерењето на висински разлики со специјална лента со голема должина се врши на ист начин само што висинската разлика не се мери постепено туку одеднаш бидејќи лентата се спушта од врвот до дното на окното.

На долниот крај лентата се поставува тег од 10 kg. Пренесувањето на надморските висини од површинскиот репер на лентата и од лентата на реперите во јама се врши со нивелир и нивелмански летви.

Мерење на висински разлики со жица за проектирање се врши така што од врвот до дното на окното се спушта специјална жица која на долниот дел се оптоварува со тег од 5 до 10 kg.

За спуштање и извлекување на жицата од окното се користи вител на кој е намотана жицата. Вителот е поставен на површината покрај окното.

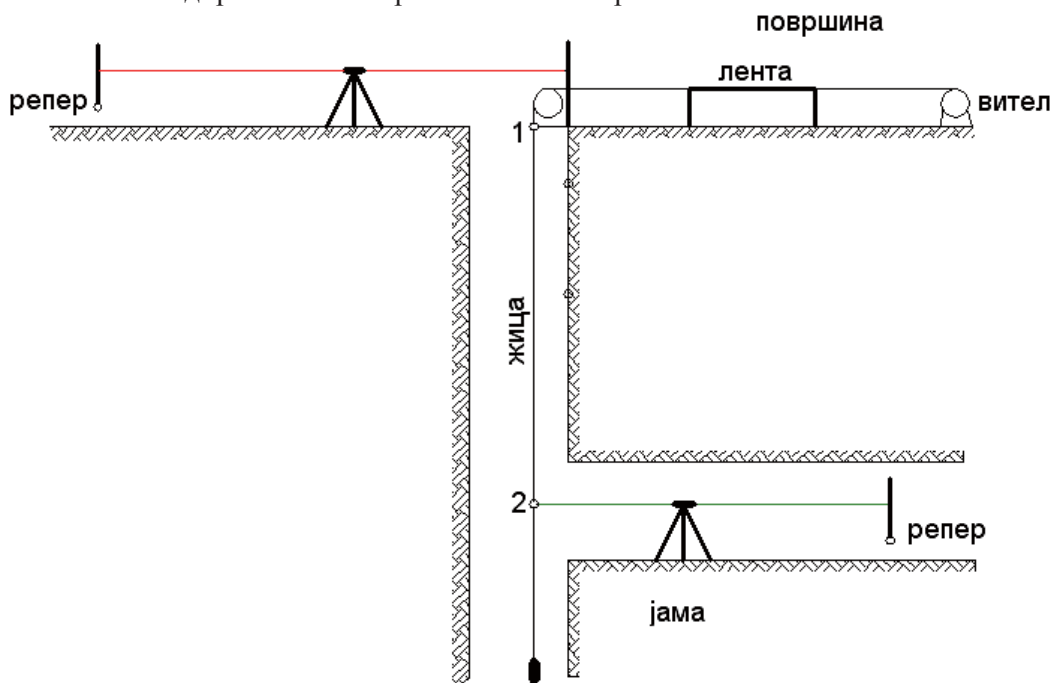
На површината е поставено помошно мерило (лента) покрај кое се извлекува и мери должината на жицата.

На почетокот на окното се поставува хоризонтална летва преку која поминува жицата (точка 1). На летвата се одредува надморската висина на тој начин што се нивелира на летвите поставени на реперот на површината и на летвата во точката 1. Кај точката 1 се забележува на жицата нејзиниот почеток.

На хоризонтите исто така се забележува на жицата читањето од летвата на јамскиот репер.

По забележувањето на почетокот и на крајот на жицата, таа се извлекува на површината и се мери должината од почетниот до крајниот белег.

Со тоа директно е измерена висинската разлика.



Сл. 94. Мерење на висинска разлика со жица за проектирање.

Научив:

- како се мерат висински разлики со обична лента;
- како се мерат висински разлики со специјална лента;
- како се мерат висински разлики со жица за проектирање.

4.8 ОДРЕДУВАЊЕ ПРАВЕЦ НА РУДАРСКИ ПРОСТОРИИ

Многу често во рудниците се јавува потреба од изработка рударски простории кои треба да започнат од една точка односно просторија и да завршат во друга точка односно просторија.

Во таквите случаи потребно е да се одреди правецот во кој треба да се изработи рударската просторија, а потоа за време на нејзината изработка правецот постојано да се контролира за да не дојде до искривување на просторијата.

За одредување на правците најчесто е потребно да се знаат прекршните агли на правецот, должината на просторијата, вертикалниот агол, како и надморските висини на почетната и крајната точка на просторијата.

Овие податоци многу често се одредуваат од самите рударски планови на кои се врши проектирање на рударските простории.

4.8.1 ОДРЕДУВАЊЕ ПРАВЕЦ НА ХОРИЗОНТАЛНИ ПРОСТОРИИ

Знам:

- кои рударски простории се хоризонтални;
- како се мерат висински разлики во окна.

Сакам да научам:

- Како се одредува правец на хоризонтални рударски простории ?

Хоризонталните рударски простории имаат голема должина и се изработуваат со многу мала косина (вертикален агол) кој се движи 3-5%.

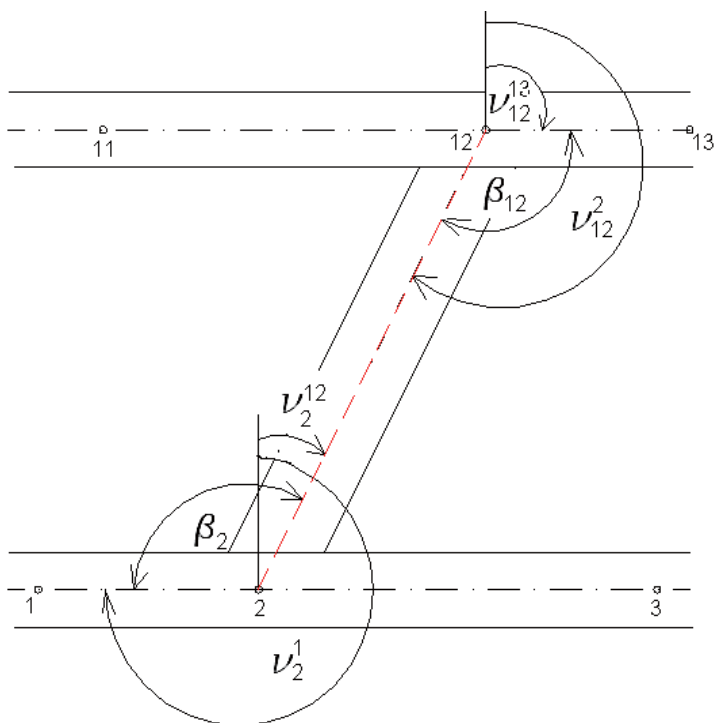
Најпознати хоризонтални простории се поткоп и ходници.

Во случај кога треба да се изработи ходник кој ќе почнува од една позната точка и ќе завршува на друга позната точка, како на планот, така и во јамата треба да се одреди неговиот правец.

Правецот во јама може да се обележи со компас или со инструменти.

Ако ходникот е краток се користи компас за магнетски мерења, а ако е долг се користи теодолит или друг инструмент.

Со пресметување или од планот се одредуваат потребните податоци со кои може да се обележи правецот на просторијата во јамата.



Сл. 95. Елементи за одредување правец на хоризонтални простории

Ако треба да се обележи правец на ходник кој треба да се изработи од точка 2 до точка 12, постапката е следна:

Дирекциониот агол на правецот од 2 кон 12 ќе биде:

$$\operatorname{tg} \nu_2^{12} = \frac{y_{12} - y_2}{x_{12} - x_2}$$

$$\operatorname{tg} \nu_2^1 = \frac{y_1 - y_2}{x_1 - x_2}$$

$$\operatorname{tg} \nu_{12}^{13} = \frac{y_{13} - y_{12}}{x_{13} - x_{12}}$$

$$\operatorname{tg} \nu_{12}^2 = \frac{y_2 - y_{12}}{x_2 - x_{12}}$$

Хоризонталната должина од точка 2 до 12 ќе биде:

$$d_{2-12} = \frac{y_{12} - y_2}{\sin \nu_2^{12}}$$

Прекршните агли во точката 2 и во точката 12 ќе бидат

$$\beta_2 = 360^\circ - (\nu_2^1 - \nu_2^{12})$$

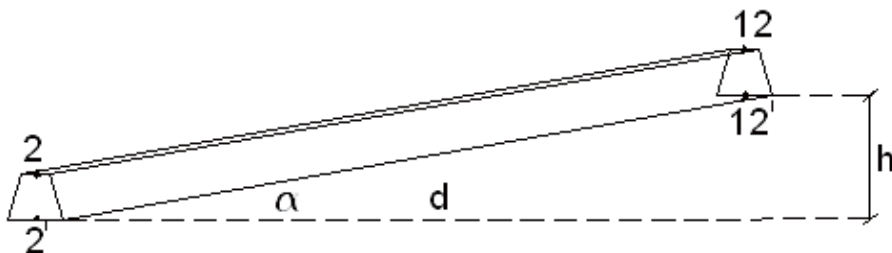
$$\beta_{12} = \nu_{12}^2 - \nu_{12}^{13}$$

По одредување на овие елементи се оди во јама и се центрира и хоризонтира теодолитот во точката 2. На хоризонталниот круг се мести читање $0^\circ 00' 00''$, и се визира на точката 1 со откочен лимб.

По завршеното грубо и fino визирање на точката 1, хоризонталниот круг се кочи и се врти инструментот се додека на неговиот лимб да се намести читање колку што изнесува прекршниот агол β_2 . Потоа се врши кочење на инструментот.

Во тој правец преку дурбинот се ќе се постави почетна точка која со точката 2 ќе го одреди правецот на ходникот. Во тој правец ќе се изработи ходникот неколку метри, па повторувајќи ја истата постапка ќе се одреди крајниот правец на просторијата.

По потреба, доколку ходникот е долг овој правец се доближува до работилиштето на ходникот со поставување на две помошни точки во негова близина.



Сл. 96. Елементи на наклон на ходник

Наклонот под кој треба да се изработува ходникот може да се одреди на следниот начин

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{H_{12} - H_2}{d_{2-12}}$$

Научив:

- како се одредуваат елементи за правец на ходник;
- како се пресметува хоризонтална должина и паден агол;
- како се пресметуваат прекршните агли;
- како се одредува правецот на ходници во јама.

Вежба

Според погоре прикажана шема да се пресметаат елементите со кои се одредува правецот на ходникот ако се познати координатите;

$$\begin{array}{ll} Y_{12} = 40.106,39 & X_{12} = 58.109,74 \\ Y_{13} = 40.216,25 & X_{13} = 58.152,43 \\ Y_1 = 40.005,94 & X_1 = 58.009,69 \\ Y_2 = 40.059,78 & X_2 = 57.985,42 \end{array}$$

и надморските висини на точките 2 и 12

$$H_{12} = 916.95 \quad H_2 = 916.32$$

1. Дирекционите агли ќе бидат:

$$\operatorname{tg} V_{12}^{13} = \frac{y_{13} - y_{12}}{x_{13} - x_{12}} = \frac{+109,86}{+42,68} = 2,574039$$

$$V_{12}^{13} = \operatorname{arctg} V_{12}^{13} = \operatorname{arctg} 2,574039 = 68^\circ 46' 09''$$

$$\operatorname{tg} V_2^1 = \frac{y_1 - y_2}{x_1 - x_2} = \frac{-53,84}{+24,27} = -2,218376$$

$$V_2^1 = 294^\circ 15' 54''$$

$$\operatorname{tg} V_1^2 = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{+53,84}{-24,27} = -2,218376$$

$$V_1^2 = \operatorname{arctg} V_1^2 = 114^\circ 15' 54''$$

$$\operatorname{tg} V_2^{12} = \frac{y_{12} - y_2}{x_{12} - x_2} = \frac{+946,61}{+124,32} = 7,614301$$

$$V_2^{12} = \operatorname{arctg} V_2^{12} = 20^\circ 33' 02''$$

$$\operatorname{tg} V_{12}^2 = \frac{y_2 - y_{12}}{x_2 - x_{12}} = \frac{-45,61}{-124,33} = 0,374889$$

$$V_{12}^2 = \operatorname{arctg} V_{12}^2 = 180^\circ + 20^\circ 33' 02'' = 200^\circ 33' 02''$$

2. Хоризонталната должина ќе биде

$$d_{1-2} = \frac{y_{12} - y_2}{\sin \nu_2^{12}} = \frac{40.106,39 - 40.059,78}{\sin 20^\circ 33' 02''} = 132,78m$$

3. Падниот агол ќе биде:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{H_{12} - H_2}{d_{2-12}} = +0.63 / 132.78 = 0.00474$$

$$\alpha = 0.00474 \cdot 1000 = 4.74 \text{ ‰}$$

4. Прекршниот агол ќе биде:

$$\beta_2 = 360^\circ - (\nu_2^1 - \nu_2^{12}) = 360^\circ - (294^\circ 15' 54'' - 20^\circ 33' 02'')$$

$$\beta_2 = 86^\circ 17' 08''$$

$$\beta_{12} = \nu_{12}^2 - \nu_{12}^{13} = 200^\circ 33' 02'' - 68^\circ 46' 09'' = 131^\circ 46' 53''$$

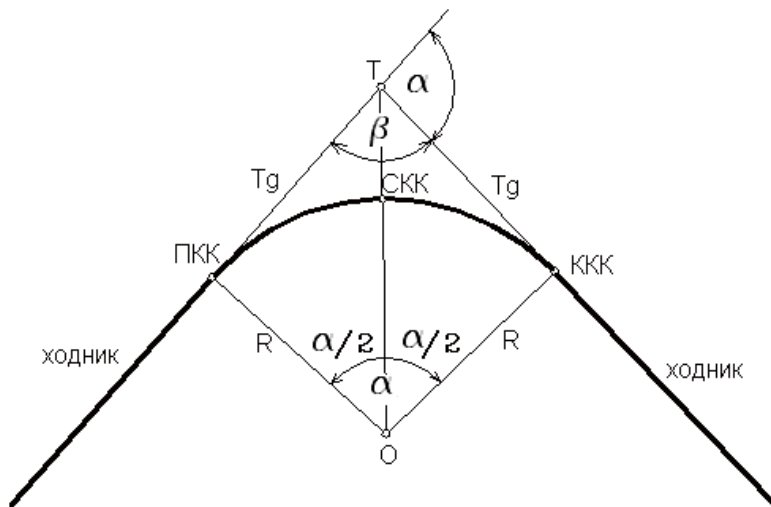
4.8.2 ОДРЕДУВАЊЕ ПРАВЕЦ НА КРИВИНИ ВО ЈАМА

Кривините се составни делови на рударските простории кои имаа за задача да поврзуваат два ходника со различни правци.

Кривините кај рударските простории се дел од кружница ,па затоа се нарекуваат кружни кривини.

Кружните кривини се составени од следните елементи:

- почеток на кривината (ПКК);
- средина на кривината (СКК);
- крај на кривината (ККК);
- центар на кривината (О);
- теме на кривината (Т);
- тангента на кривината (Тg);
- радиус на кривината (R);
- бисектриса (Bs);
- периферен агол на кривината (β);
- централен агол на кривината (α);
- кружен лак на кривината (L).



Сл.97. Елементи на кривина

Големината на кривината најмногу зависи од нејзиниот радиус. Радиусот на кривината пак зависи од видот и димензиите на транспортните средства кои ќе се движат низ рударските простории.

Ако е познат радиусот (R) и периферниот агол (β) на кривината, останатите елементи се одредуваат со пресметување:

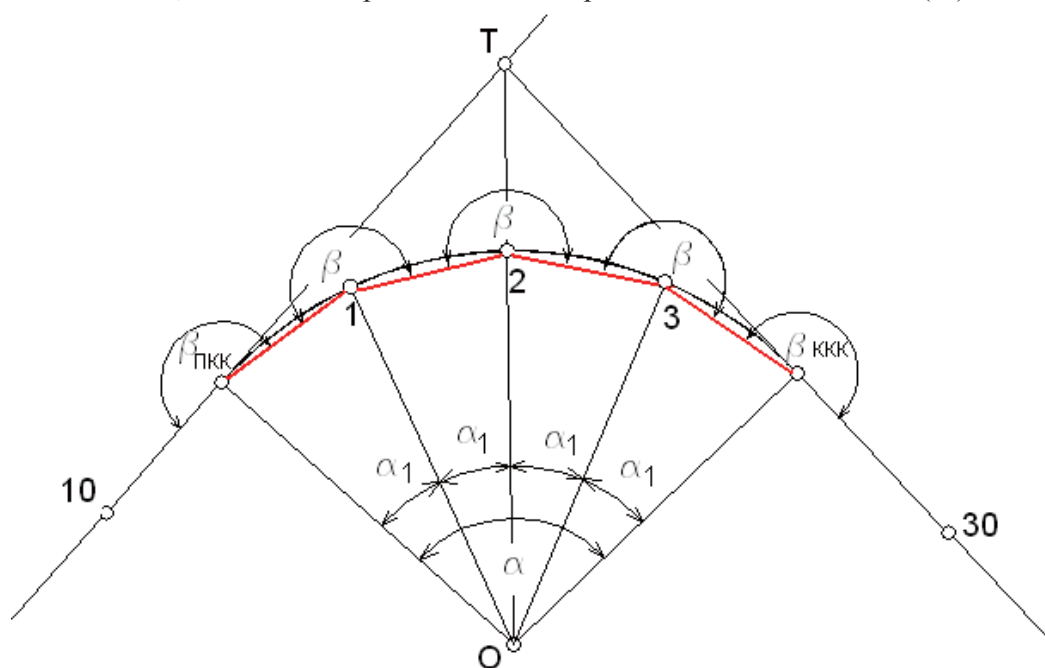
$$\alpha = 180^\circ - \beta$$

$$Tg = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$$

Вообичаен начин на одредување на правецот по кој ќе се изработуваат кривините е трасирање на кривината со тетивен полигон.

Суштината на овој начин на одредување на правецот е во тоа што кружниот лак се дели на повеќе еднакви и прави делови наречени тетиви. Елементите на тетивите кои се потребни за нејзино изработување може да се одредат графички и аналитички.

Кај графичкиот начин на хартија во размер се цртаат правците на двата ходника. Во пресекот на продолжените правци се добива темето (Т) на кривината. На растојание од ходниците колку што е радиусот на кривината се повлекуваат паралелни линии со ходниците, во чиј пресек се наоѓа центарот на кривината (О). Потоа од центарот се подигнуваат нормали кон ходниците и се добиваат почетокот (ПКК) и крајот (ККК) на кривината. Потоа се врши мерење на централниот агол (α) и се поделува на еднаков број делови колку што треба да има тетиви, и се добива вредноста на централниот агол на тетивите (α_1).



Сл. 98. Тетивен полигон

На крајот се пресметуваат прекршните агли во почетокот и на крајот на кривината по равенките;

$$\beta_{\text{ПКК}} = 180^\circ + \frac{\alpha_1}{2}$$

$$\beta_{\text{ККК}} = 180^\circ - \frac{\alpha_1}{2}$$

Останатите прекршни агли за тетивите се еднакви и изнесуваат

$$\beta = 180^\circ + \alpha_1$$

По конструирање на кривината се оди во јама и се обележува почетокот на кривината (ПКК) . Потоа со инструментот се измерува прекршниот агол $\beta_{пкк}$ и во тој правец се започнува со изработка на првата тетива. Кога ќе се дојде до точката 1 се изработуваат уште 1 до 2 m , па се обележува правецот на втората тетива итн.

Изработката на кривината доколку има потреба може да се врши истовремено и од почетната и од крајната точка на кривината.

Научив:

- што е кружна кривина;
- кои се елементите на кружната кривина;
- како се конструира кружна кривина;
- како се одредува правецот на кривината со тетивен полигон.

4 . 8 . 3 ОДРЕДУВАЊЕ ПРАВЕЦ НА КОСИ ПРОСТОРИИ

Знам:

- што се коси рударски простории;
- што е прекршен агол;
- што е дирекционен агол;
- што е хоризонтален, а што вертикален агол.

Косите рударски простории се изработуваат под коси агли спрема хоризонталната рамнина. Најчесто во рудниците со коси простории се поврзуваат ходници кои се наоѓаат на различни надморски висини.

Кај косите рударски простории покрај тоа што се одредува правецот како кај ходниците , се одредува и вертикалниот правец.

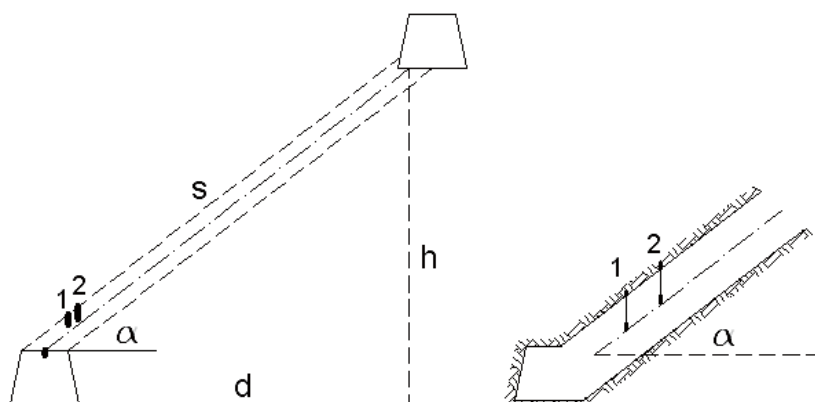
Правецот на косите простории може да се одредува со висечки компас и падомер и со инструменти.

При одредување на правецот на косите простории потребно е да се знае азимутот, односно прекршниот агол, вертикалниот агол , косата и хоризонталната должина и висинската разлика.

Ако овие податоци можат да се одредат од план, се оди во јама и во предвидената точка најпрво се одредува правецот на просторијата во хоризонталната рамнина со одмерување на азимутот или прекршниот агол, а потоа се одредува вертикалниот правец.

Ако за мерење се користи висечки компас ,се доаѓа под точката која е почеток на просторијата и со одмерување на азимутот се одредува хоризонталниот правец. По дупчењето на неколку метри во близина на почетната точка се поставуваат две помошни точки на меѓусебно растојание од 30 до 50 cm. На помошните точки се обесуваат висоци . Најпрво се спушта првиот висок кој обично има должина од 1m, па покрај него се оптегнува конец на кој е поставен падомер за мерење на вертикалниот агол. Конецот се подигнува се додека да се очита потребниот паден агол под кој ќе се изработува просторијата.

Врвот на вториот висок треба да се спушти до крајот . На тој начин со одмерување на азимутот и со подесување на висината на двата висоци е одреден правецот по кој ќе се изработува косата просторија. После ова останува обврска да се контролира правецот ,а висоците ако има потреба да се преместат напред поблизу до работилиштето.

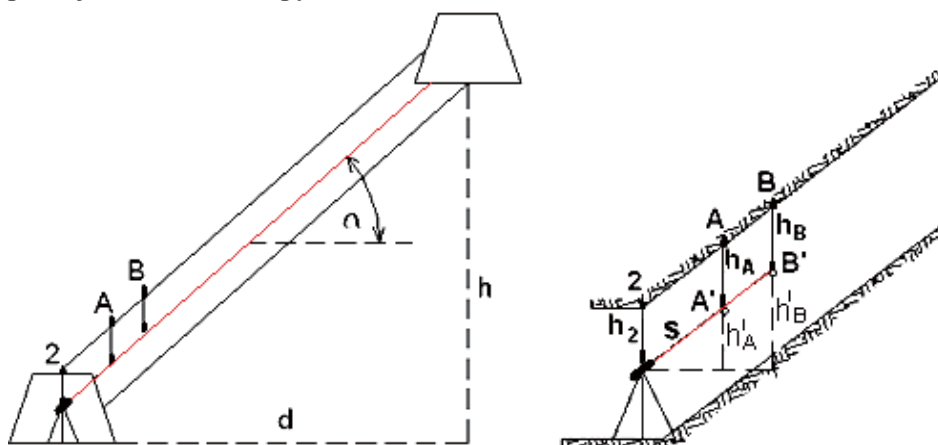


Сл. 99. Елементи за давање правец со висечки компас и падомер

Ако мерењето се врши со инструменти најпрво со пресметување се одредува прекршниот агол со кој ќе се дефинира хоризонталниот правец, потоа вертикалниот агол , хоризонталната должина , висинската разлика ,како и косата должина. Потоа со инструментот центриран под дадената точка во ходникот (2) се обележува почетната точка на косата просторија.

Откако ќе се изработат неколку метри во одредениот правец ,се одредува вертикалниот правец на просторијата.

Вертикалниот правец се одредува така што се поставуваат две помошни точки на кои се закачуваат два висоци. На висоците се визира и се читаат хоризонталните и вертикалните агли, и се мери растојанието меѓу нив ,како и растојанието од инструментот до висоците.



Сл. 100. Елементи за давање правец со теодолит

Со помош на овие податоци и при позната надморска висина на полигонската точка во долниот ходник (точка 2) се одредуваат надморските висини на помошните точки (А и В) по равенките;

$$H_A = H_2 - h_2 + S_{2-A} \cdot \sin \alpha + h_A$$

$$H_B = H_2 - h_2 + S_{2-B} \cdot \sin \alpha + h_B$$

каде е

H_2 – надморска висина на точката 2

h_2 – должина на високот во точката 2

α – вертикален агол на високот во помошната точка А

h_A – должина на високот во помошната точка А

h_B – должина на високот во помошната точка В

Потоа се одредуваат висински разлики меѓу хоризонталата и врвовите на високите во точките А и В по равенките;

$$h'_A = S_{2-A} \cdot \sin \alpha$$

$$h'_B = S_{2-B} \cdot \sin \alpha$$

Кога овие висински разлики ќе се додадат на надморската висина на хоризонталната должина, ќе се добијат надморските висини на врвовите на високите во точките А и В (H'_A и H'_B).

Кога од надморските висини на помошните точки ќе се одземат надморските висини на врвовите на високите, ќе се добијат должините на двата висоци чии врвови поврзани со замислена права линија го даваат правецот по кој треба да се изработи косата просторија.

$$h_A = H_A - H'_A$$

$$h_B = H_B - H'_B$$

Научив:

- кои елементите треба да се познати за давање правец на косите простории;
- како се одредува правец со висечки компас и падомер;
- како се обележува правецот на коси простории со теодолит;
- како се одредуваат должините на високите кај косите простории.

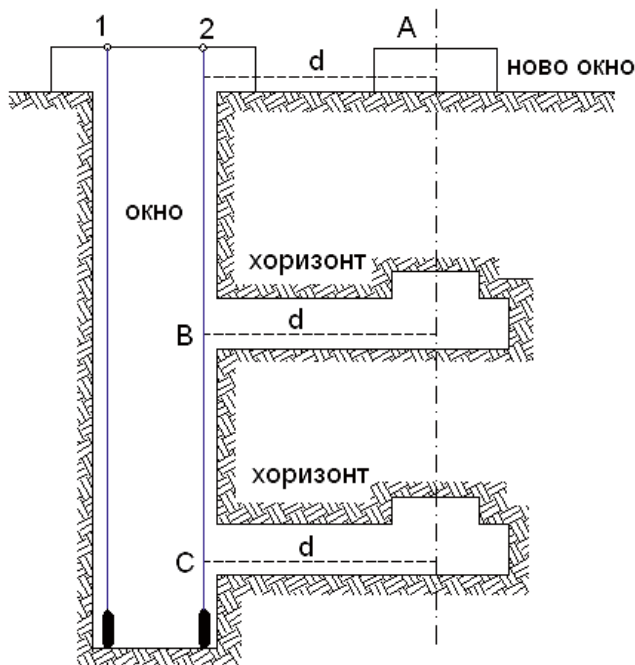
4.8.4 ОДРЕДУВАЊЕ ПРАВЕЦ НА ОКНА

Правецот во кој ќе се изработува окното се одредува со помош на висок кој се спушта од површината до дното на окното. При ова високот треба постојано да биде во центарот на окното.

Високот се состои од челична жица која на површината се намотува на вител и тег за оптегнување на жицата. За смирување на тегот во дното на окното се користи сад наполнет со вода.

Ако окното е правоаголно високот треба да го погодува пресекот на дијагоналите, а ако окното е кружно високот треба да паѓа во центарот на кругот.

Ако во некој постојан рудник треба да се изработи ново окно во близина на старото тогаш за негова побрза изработка окното може да се изработува од хоризонтите нагоре и од површината надолу.



Сл.101. Правец на вертикално окно

На површината каде ќе се изработува окното (точка А) се поставува висок. Во постојното окно се поставуваат два висоци од точките на површината 1 и 2. Висоците се спуштаат до дното на окното и се смируваат . На хоризонтите се изработуваат ходници во правец кој се поклопува со двата висоци .Кога напречните ходници ќе бидат изработени во нив се обележуваат центрите на новото окно ,кои се во правец на двата висоци поставени во постојното окно ,а на растојание (d) од високот во точката 2.

При истовремената изработка на окното на сите хоризонти се спуштаат висоци за контрола на вертикалноста на окното.

Научив:

- како се одредува правец на ново окно со помош на старо окно.

5. ИЗРАБОТКА И ЧИТАЊЕ НА ПЛАНОВИ

5.1 КООРДИНАТНА МРЕЖА

За да се проектира или изведе било како објект на теренот или во рудник, потребно е да постои негов геодетски план.

Геодетски план е точна но намалена слика на мерениот терен ,која се добива со мерење и пресметување на добиените податоци.

Теренот ,односно рудниците на планот се претставуваат во хоризонтална и во вертикална проекција.

Геодетските планови се изработуваат во размери 1:500,1:1000,1:2500 , 1:5000,1:10 000.

Хартијата на која се изработуваат геодетските планови треба да биде многу квалитетна за да може на неа да се црта со туш , да се брише со гума , да не е кршлива и при промени на температурата да не и се менуваат димензиите.

Ова е многу важно за добивање на точни резултати при мерење на должини на планот и при пресметување на површини.

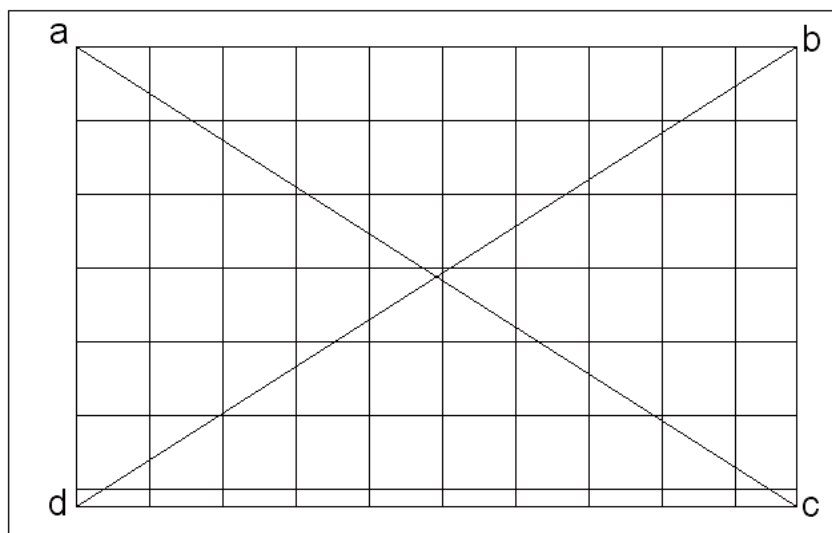
Димензиите на хартијата на која се цртаат геодетските планови зависи од размерот на планот и најчесто е 50 x 75 cm и 60 x 90 cm.

При изработката на плановите прво се црта секцијата ,односно рамката на планот кај која страните меѓусебно затвараат прав агол .

На хартијата треба да има дециметриска мрежа кој ќе служи за полесно нанесување на точките на планот при картирањето.

Цртањето на рамката на планот се врши на следниот начин:

На хартијата се цртаат дијагоналите со молив. Во пресекот на дијагоналите се нанесува точка со игла наречена **пикир** и од неа на четирите полудијагонали се нанесуваат еднакви должини. Со тоа се добиваат четири точки (a, b, c, d) со чие поврзување се добива правилен правоаголник.



Сл. 102. Рамка на план со дециметриска мрежа

На страните на правоаголникот почнувајќи од лево на десно и одгоре надолу се нанесуваат должини од 10 cm.

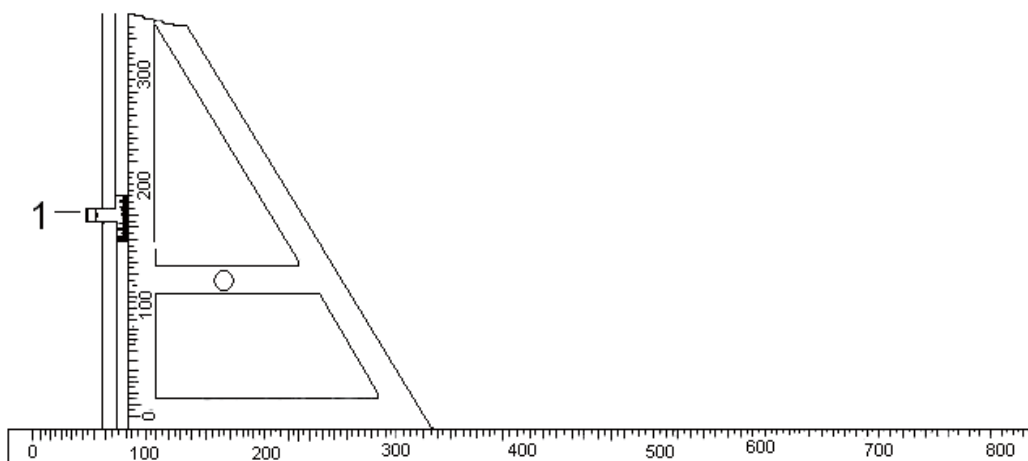
Кога ќе се поврзат со линии кои се паралелни со страните на правоаголникот се добива квадратна мрежа во која квадратите имаат димензии 10 x 10 cm.

На краевите на рамката може да останат делови кои се помали од дециметриските квадрати.

Нанесување на дециметриската мрежа се врши со помош на:

- метален линијар со триаголен размерник со игла за пикирање;
- метална плоча – шаблон;
- голем координатограф.

Нанесување на дециметриска мрежа со **линијар и триаголник** се врши со еден долг метален линијар и правоаголен метален триаголник кој на едната катета има игла за пикирање на точките во дециметриската мрежа.



Сл. 103. Метален линијар со триаголник . 1. игла за пикирање

Нанесување на дециметриската мрежа со **шаблон** е многу едноставно. Се користи плоча направена од месинг на која на секое теме на дециметриските квадрати е издупчена мала дупка низ која може да помине игла за пикирање.

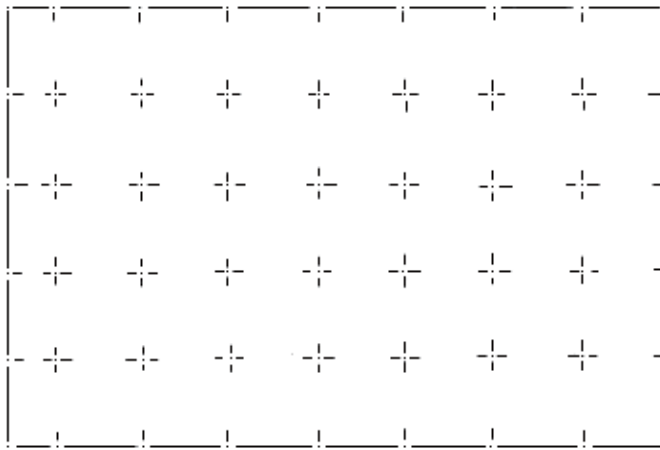
Нанесување на дециметриска мрежа со **координатограф** се врши со голем координатограф поставен на специјална маса за цртање.

Координатографот е поставен на маса за цртање на која се поставува хартијата за планот. Координатографот се состои од два линијара кои се паралелни со страните на рамката на планот на кои има нанесено единици мерки за должина. Едниот линијар е неподвижен ,а другиот се движи покрај него. На подвижниот линијар има поставено игла за пикирање на точките на дециметриските квадрати.

Секој увод на иглата, кој е теме на дециметриските квадрати, се исполнува со црн туш, а околу него се црта крст чии страни се паралелни со рамката на планот.

Крстот има страни долги 5 mm, при што меѓу пикирот и линиите на крстот има мал простор од 0.2 mm.

Крстот се црта со линии дебели 0,1mm.



Сл. 104. Дециметриска мрежа

Научив:

- што е геодетски план;
- во кои размери се цртаат геодетските планови;
- како се црта рамка на план;
- што е дециметриска мрежа;
- со што се нанесува дециметриската мрежа;
- како се врши туширање на дециметриската мрежа

5.2 КАРТИРАЊЕ НА ДЕТАЛНИ ТОЧКИ

Знам:

- што се полигонски точки;
- за што служат геодетските планови;
- што значи картирање;
- како се нанесува дециметриската мрежа на плановите.

Сакам да научам:

- Како се врши картирање на детални точки на терен?
- Од што зависи начинот на картирање на деталните точки?

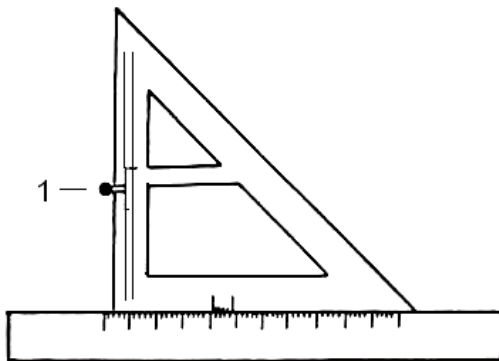
Врз основа на државниот координатен систем координатите на почетната и крајната точка на секцијата (рамката) се познати, а исто така и на секој дециметар, односно на целата дециметриска мрежа. Бидејќи координатите на геодетските точки се познати, нив ги нанесуваме на листот со мерење од почетокот на оној дециметарски квадрат во кој се наоѓаат соодветните точки, а не од почетокот на рамката. Секоја нанесена точка на дециметриската мрежа се обележува со увод од игла (пикир игла).

Нанесувањето, односно картирањето на дециметриската мрежа, линиските, полигонските и тригонометриските точки на планот може да се врши со помош на голем координатограф, шаблон или линијар со триаголник.

Картирање на детални точки на план се врши со различни справи во зависност од тоа кој начин е користен при мерење на деталните точки ортогоналниот или поларниот.

Деталните точки кои се мерени со ортогоналниот начин наједноставно се картираат со метален линијар и триаголник.

Линијарот и триаголникот се составени од еден линијар и еден триаголник кој на едната катета има игла за пикирање. На апсцисата се наместува линијарот и на него се чита вредноста на апсцисата за секоја детална точка. На линијарот се поставува триаголникот и на него се чита вредноста на ординатите на деталните точки, кои на планот се обележуваат со увод на иглата за пикирање.



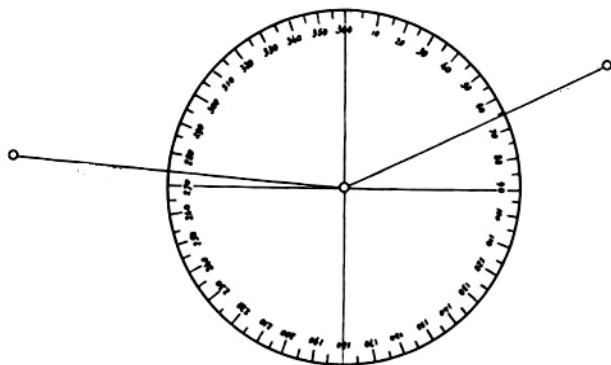
Сл. 105. Линијар и триаголник за картирање на детални точки мерени ортогонално. 1. игла за пикирање

Покрај ова за картирање на детални точки кои се мерени ортогонално се користат и специјално конструирани детални ортогонални координатографи .

За картирање на детални точки кои се мерени поларно односно тахиметриски може да се користат повеќе прибори како што се обичниот агломер, металниот агломер, поларниот координатограф и електронскиот координатограф.

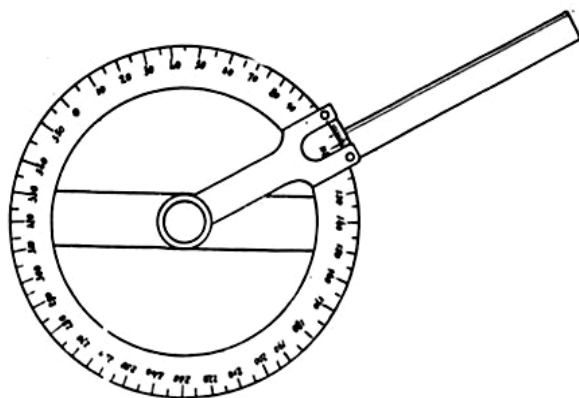
Обичниот агломер се состои од круг на кој по периферијата е нанесена поделба во степени и делови од степени. Со обичниот агломер се мерат и нанесуваат хоризонталните агли на деталните точки, а должините се нанесуваат со линијар. Цантарот на агломерот се поставува на планот во полигонската точка од која е вршено мерењето на деталните точки и се ориентира кон соседните полигонски точки спрема податоците добиени од тахиметриското мерење на хоризонталните агли и должини.

Секоја детална точка се нанесува на планот со мерење и се нанесуваат на хоризонталниот агол и хоризонталната должина од полигонската до деталната точка.



Сл. 106. Агломер за картирање на детални точки мерени поларно

Металниот агломер се состои од агломер на кој е додаден еден метален линијар. Со агломерот се мерат и нанесуваат хоризонталните агли, а со линијарот хоризонталните должини од полигонската точка до деталните точки.



Сл. 107. Метален агломер со линијар

За попрецизно картирање на деталните точки кои се мерени поларно , се користат посебно конструирани справи како што се поларниот координатограф и електронскиот координатограф.

Поларниот координатограф се состои од два крака кои во темето имаат тег со игла која се поставува во полигонската точка на планот од која е вршено мерењето.

На едниот крак е поставен линијар односно размерник и игла за пикирање на деталните точки на планот.

На другиот крак има мало тркало кое се движи по планот на кое има нанесено поделба во степени за читање на хоризонталниот агол.

При мерењето иглата се поставува во полигонската точка од која е вршено мерењето ,а линеарниот размерник се поставува во правец на соседната полигонска точка од која е започнато со мерење на деталните точки. Тркалото и аголната поделба се дотеруваат на потребното читање на хоризонталниот агол кон полигонската точка. Ориентација се врши и кон другата соседна точка на ист начин како и кон првата.

По завршеното ориентирање се врши картирање ,односно нанесување на сите детални точки врз основа на измерените и пресметани хоризонтални агли и должини.

Контрола на картирањето на деталните точки се врши со мерење на фронтите односно со мерење на растојанието меѓу деталните точки.

Во најново време за картирање во геодезијата се користат електронски координатографи.

Електронскиот координатограф се поставува врз посебна маса на која е поставена хартијата за цртање на планот.

Координатографот по електронски пат е поврзан со компјутер од кој добива наредби за своја работа.

Во компјутерот се внесуваат податоците од мерењето, се одредуваат координатите на деталните точки , се подесува програмата за задавање на наредби на координатографот и тој автоматски ги нанесува точките на планот.

Научив:

- како се врши нанесување на детални точки кои се мерени ортогонално;
- како се врши картирање на детални точки мерени поларно;
- како се врши картирање со линијар и триаголник;
- како се врши картирање со агромер;
- како се врши картирање со поларен координатограф;
- како се врши контрола на картирањето.

5.3 ИНТЕРПОЛАЦИЈА НА ИЗОХИПСИ

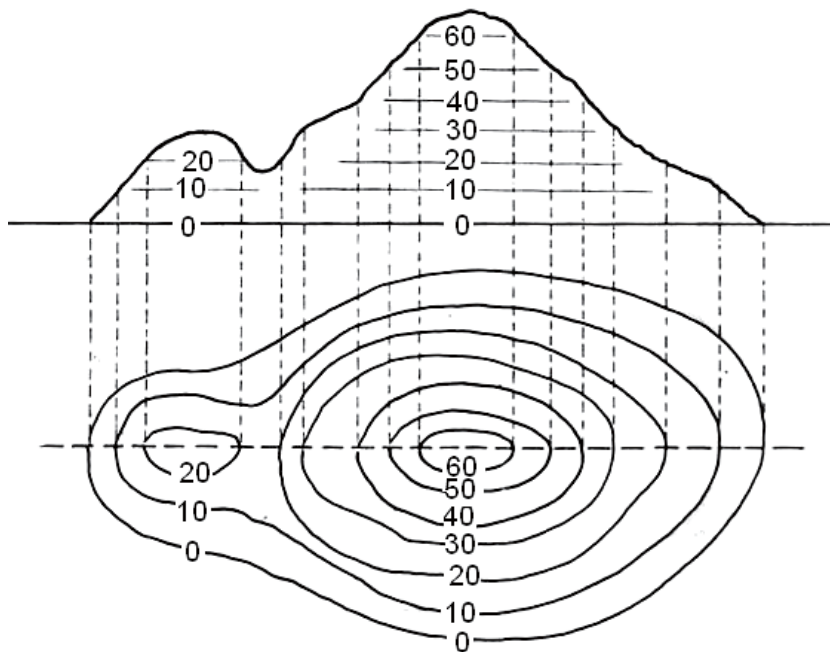
Знам:

- како се прикажува теренот на геодетските планови;
- како се нанесува основната дециметриска мрежа на планот;
- како се врши картирање на детални точки.

Сакам да научам:

- Како се прикажува теренот во вертикална проекција?
- За што служат изохипсите?
- Што значи интерполација на изохипси?

Изохипси се криви неправилни линии кои на планот поврзуваат детални точки со иста надморска висина.



Сл. 108. Изохипси

Вертикалното растојание меѓу изохипсите се нарекува **еквидистанција**.

Еквидистанцијата зависи од намената на планот и од размерот во кој се црта планот.

За обичен терен еквидистанцијата изнесува од 1 до 10 m, а за терен во населени места од 0,5 до 2 m.

Ако теренот е пострм еквидистанцијата е поголема, а ако е рамен еквидистанцијата е помала.

За да може да се врши интерполација (цртање на изохипси) на планот покрај секоја детална точка треба да бидат испишани надморските висини односно нивните коти (пример 356,28).

Котите на деталните точки се одредени на теренот со нивелирање , односно нивелмански или со тахиметриско мерење, односно тахиметриски.

Помеѓу картираните детални точки и нивните коти се врши интерполација на изохипсите.

Интерполацијата може да се изврши на повеќе начини како што се:

- нумерички;
- графички; и
- механички начин.

Нумеричкиот начин на интерполација на изохипсите се состои во тоа што со помош на соодветен размерник се мери должината меѓу две точки меѓу кои треба да се интерполираат изохипси. Знаејќи ги надморските висини на деталните точки може да се одреди висинската разлика меѓу нив.

Ако должината меѓу точките се подели со висинската разлика се добива должина која ќе одговара на еквидистанцијата на изохипсите (на пример на 1m). Од едната точка се нанесува должина што одговара на разликата на висината од самата точка до целиот метар, а другите точки што одговараат на висина од цел метар се нанесуваат понатаму.

Пример

Ако на планот треба да се интерполираат изохипси со еквидистанција од 1m меѓу две точки , потребно е да се знаат надморските висини на точките и хоризонталното растојание меѓу нив.

Ако на планот се нанесени деталните точки А и В чии коти се $A = 164,40$ $B = 182,60$, ако растојанието меѓу нив е измерено со размерник и изнесува $d = 58,2$ m, интерполацијата се врши на следниот начин:

Се одредува должина која одговара на еквидистанција од 1 m со поделување на висинската разлика меѓу точките и хоризонталното растојание меѓу нив:

$$\Delta h = 182,60 - 164,40 = 18,20$$

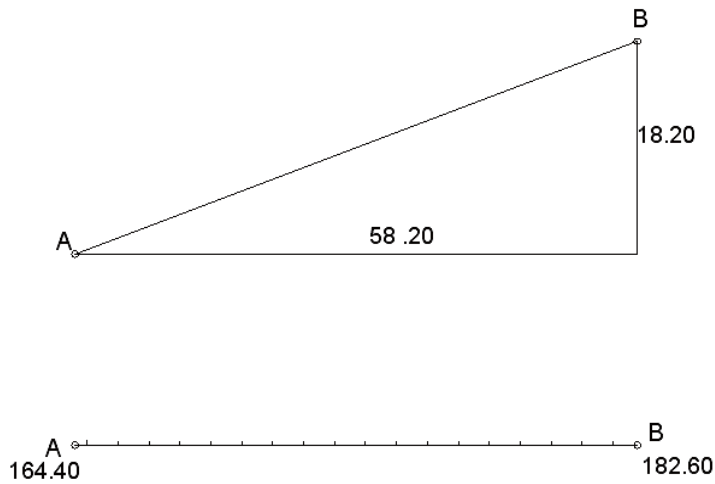
$$X = 58.20 / 18.20 = 3.20$$

Ова значи дека за секој метар еквидистанца имаме должина од 3.20 m.

За вредности помали од 1 метар оваа вредност се множи со соодветната вредност која е помала од еден метар.

Кај точката А оваа вредност ќе биде $0.4 \times 3.20 = 1.28$, а кај точката В ќе биде $0.6 \times 3.20 = 1.92$.

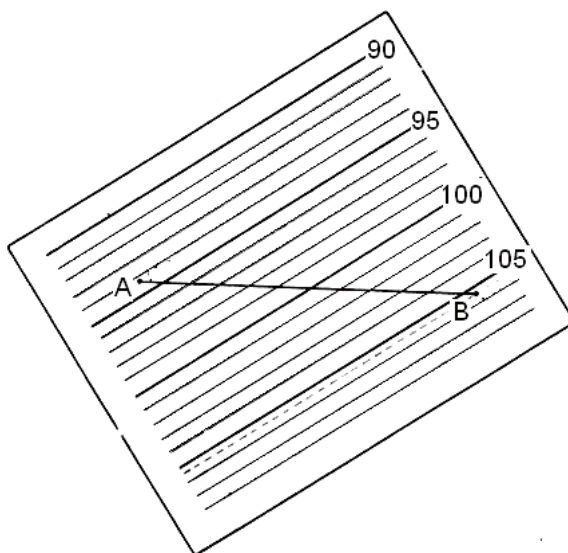
Ова значи дека на растојание од 1.28 од точката А ќе биде изохипсата 165 , а на растојание од 1.92 од точката В ќе биде изохипсата 182.



Сл.109. Нумеричка интерполација на изохипси

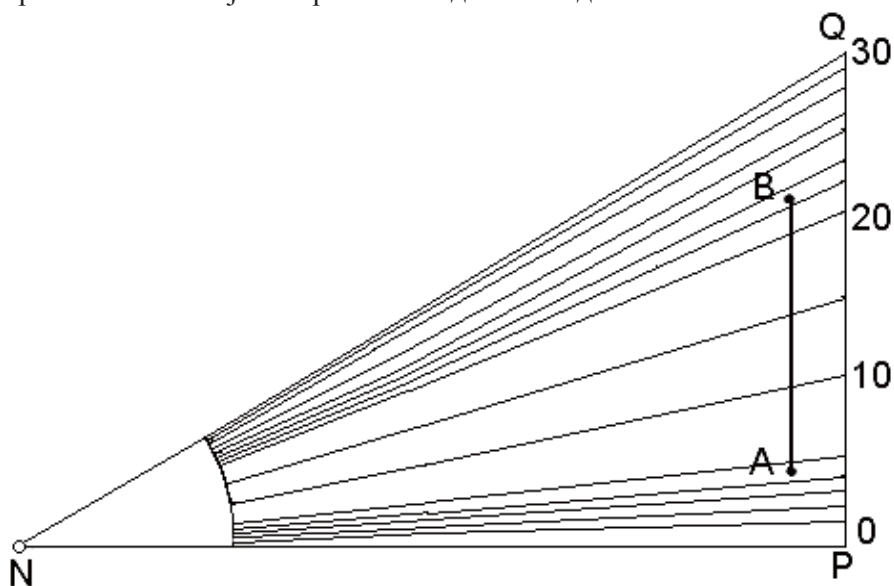
Графичкиот начин се состои во тоа што врз точките на планот меѓу кои треба да се интерполираат изохипси се поставува провидна милиметарска хартија ,а двете точки се поврзуваат со тенка линија со молив.

Првата точка се поставува меѓу две линии од милиметарската хартија на соодветна далечина, а втората се поставува на соодветното растојание со поместување на милиметарската хартија. Точките во кои се сечат линиите од милиметарската хартија со линијата меѓу деталните точки, се точки низ кои поминуваат изохипсите.



Сл. 110. Графичка интерполација на изохипси

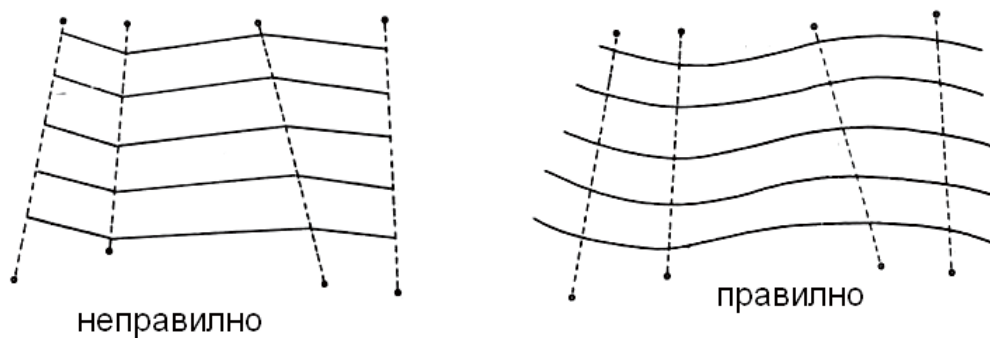
Механичкиот начин се состои во тоа што најпрво треба да се направи провиден т.н. пропорционален размерник. Овој размерник е во вид на триаголник на кој е направена соодветна поделба на линии како на сликата:



Сл.111. Механичка интерполација на изохипси

Катетата на триаголникот се поставува паралелно со линијата која ги поврзува деталните точки на планот, така што деталните точки се наоѓаат на соодветните линии на размерникот. Во пресекот на линиите од размерникот со линијата која ги поврзува деталните точки се добиваат бараните изохипси.

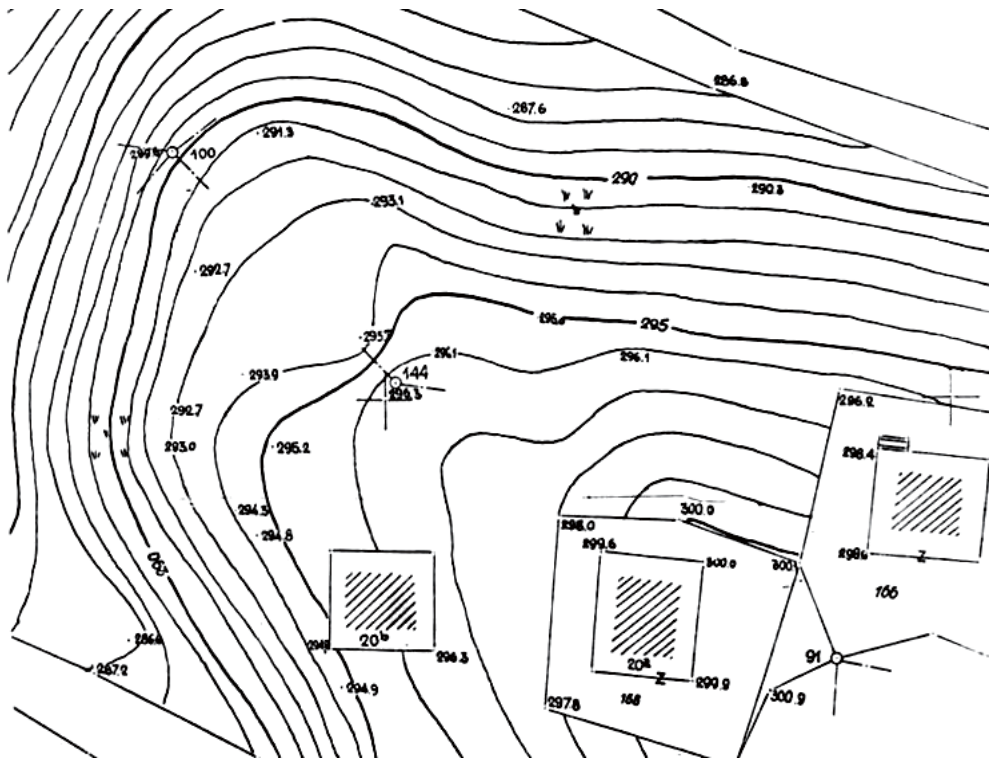
Кога е извршена интерполација на неколку линии, точките со исти изохипси се поврзуваат со криви неправилни линии кои одговараат на теренот.



Сл. 112. Неправилно и правилно цртање на изохипси

Секоја петта или десетта изохипса на планот се црта со подебела линија, и на неа се испишува нејзината кота. На планот изохипсите се цртаат со туш.

При интерполацијата на изохипсите еквидистанцијата за размер 1:2500 е 2.5m за размер 1:1000 еквидистанцијата е 1m, а за поголеми размери еквидистанцијата изнесува 10, 20 или 50 m.



Сл. 113. План на терен со изохипси и објекти.

Научив:

- што се изохипси;
- што е еквилистанција;
- од што зависи еквилистанцијата;
- како се врши нумеричка интерполација на изохипси;
- како се врши графичка интерполација на изохипси;
- како се врши механичка интерполација на изохипси.

5.4 ПРЕСМЕТУВАЊЕ НА ПОВРШНИ ОД ПЛАН

Знам:

- што е хоризонтална проекција на терен;
- за што служат изохипсите;
- како се врши интерполација на изохипси;
- зошто е потребно да се има план на теренот.

Доколку е потребно да се одредат некои површини на теренот, тоа може да се направи со пресметување од добиените податоци при мерењето на теренот или од нацртаните површини на планот.

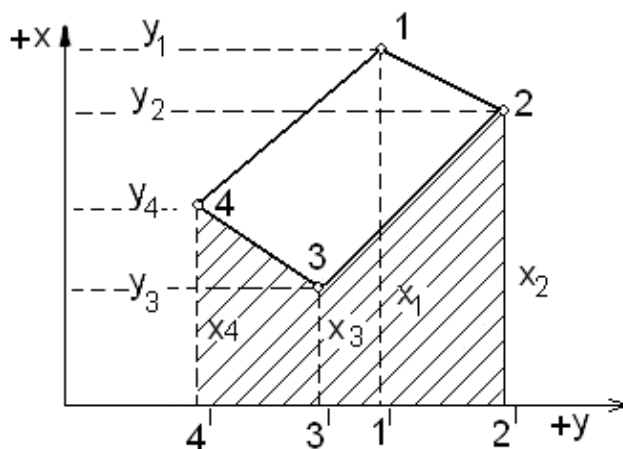
Пресметувањето на површините од планот може да се биде:

- нумерички;
- графички; и
- механички.

Нумеричкиот начин се состои во тоа што пресметката се врши врз основа на координатите на точките од површината.

Пример:

Ако површината има облик на четириаголник со точки 1, 2, 3 и 4, тогаш површината може да се пресмета кога од површината $4-1-2-2'-4'$ и 4 , ќе се одземе површината ограничена со точките $4-3-2-2'-4'$ и 4 .



Сл. 114. Нумеричко пресметување на површини

Од примерот се гледа дека површините кои треба да се пресметуваат врз основа на координатите на точките се составени од трапези.

А познато е дека површина на трапез се пресметува од збирот на паралелните страни поделени со 2 и помножен со висината.

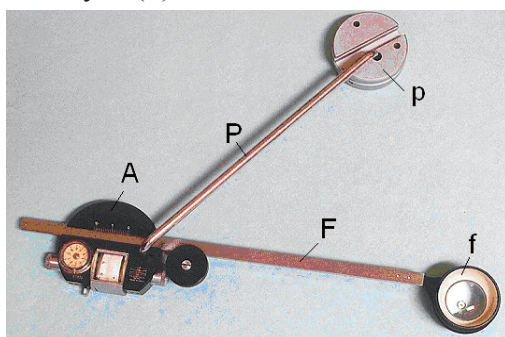
Спрема тоа површината на четириаголникот ќе биде:

$$P = \frac{(X_4 + X_1)}{2} \cdot (Y_1 - Y_4) + \frac{(X_1 + X_2)}{2} \cdot (Y_2 - Y_1) - \frac{(X_3 + X_2)}{2} \cdot (Y_2 - Y_3) - \frac{(X_4 + X_3)}{2} \cdot (Y_3 - Y_4)$$

Графичкото пресметување на површините се врши со помош на планот. Нацртаната површина на планот се дели на правилни геометриски слики како што се триаголници и четириаголници, во кои димензиите се мерат со размерник.

Механичкото пресметување на површини најчесто се врши со поларни планиметри.

Поларниот планиметар е составен од поларен крак (P) и крак кој обиколува (F).



Сл. 115. Поларен планиметар

На едниот крај на поларниот крак има поставено мал валјак со игла (p) кој претставува пол на планиметарот. Иглата на полот се забодува на планот.

Кај некои планиметри наместо игла се користи метална плоча со која не се оштетува планот.

На едниот крај на кракот кој обиколува има поставено игла или лупа (f) која при мерењето се движи по границите на површината која се мери. На местото на кое се составуваат краците (A) има поставено механизам со барабан и хоризонтална плоча кои на себе имаат поделби со броеви со кои се врши пресметување на површината.

Површините со поларниот планиметар се пресметуваат така што иглата или лупата се движат по границата на површината, а на барабанот и на хоризонталната плоча се читаат добиените резултати. При обиколувањето на површината двата крака треба да затвараат приближно агол од 90° . Читањето се врши пред обиколувањето на површината и по обиколувањето на површината.

Кога овие податоци ќе се помножат со одредена константа на планиметарот се добива површината на во m^2 .

$$P = k \cdot (n_2 - n_1)$$

каде е:

P – површина

k – константа на планиметарот

n_1 – читање на барабанот и плочката пред обиколувањето

n_2 – читање на барабанот и плочката по обиколувањето

Секоја површина се обиколува два пати и тоа првиот пат во едната, а вториот пат во другата насока.

Во најново време за мерење на површини од план се користат дигитални планиметри, кои во својот состав имаат крак со лупа за обиколување на површината и екран со тастатура на кој се прикажуваат измерените површини.



Сл. 116. Дигитален планиметар

Волумен на земјени маси се одредува кога ќе се измерат две површини на напречен пресек и ќе се помножат со растојанието меѓу нив.

Волуменот меѓу двата пресеци ќе се одреди со равенката

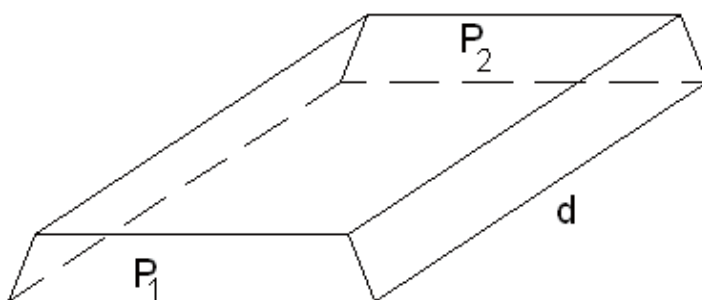
$$V = (P_1 + P_2) \cdot d / 2 \text{ m}^3$$

Каде е:

P₁ - површина на првиот пресек

P₂ – површина на вториот пресек

d – растојание меѓу двете површини



Сл. 117. Волумен на земјени маси.

Научив

- како се врши нумеричко пресметување на површини од план;
- како изгледа поларниот планиметар;
- како се врши мерење на површини со поларен планиметар;
- како се пресметува волумен на материјал за ископување.

5.5 ПРЕНЕСУВАЊЕ ПРОЕКТ ОД ПЛАН НА ТЕРЕН

Знам:

- за што се користат геодетските планови;
- на кои начини се врши картирање на детални точки на план;
- како се картираат геодетските точки на план;
- кои податоци треба да бидат познати за да може да се врши картирање на детални точки.

Сакам да научам

- како се пренесуваат точките од план на терен ?

Досега се зборуваше за геодетски работи со кои се вршеше мерење на терен и пресметување на координати со цел геодетските точки и теренот да се претстават на план во хоризонтална и вертикална проекција.

Врз база на изработените планови се врши проектирање на патишта железнички пруги, рударски простории и други објекти кои треба да се изработуваат на теренот.

Кога некој проект е нацртан на план, а тој треба да се пренесе на теренот, од планот се отчитуваат растојанија, агли и координати или пак од податоците на планот се пресметуваат потребните растојанија, висини и агли кои треба да се пренесат (одбележат) на теренот. При ова треба да се води сметка за тоа дека плановите се нацртани во некој размер, па затоа треба да се одредат должините и висините во природата.

На плановите многу често се проектираат траси за изработка на патишта пруги и др.

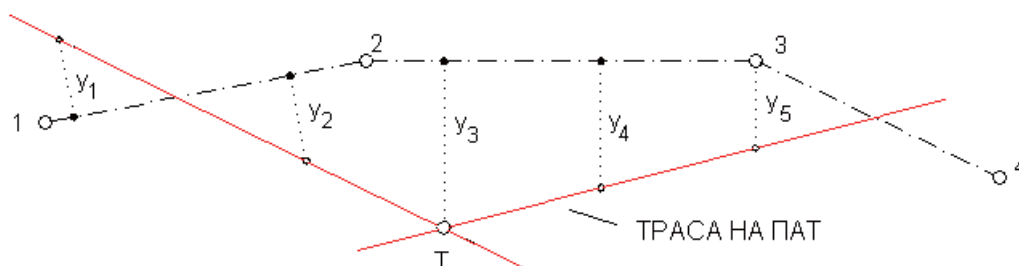
Под трасирање на пат се подразбира одредување на најповолна линија на патот која треба да ги исполни сите технички услови кои се поставуваат при изработката на патот.

Ваквата линија се вика траса и таа претставува пресек на оската на патот и теренот во хоризонтална проекција.

Пренесување на трасата од планот на теренот се врши со одредување на положбата на точките од трасата на теренот.

Пренесувањето може да се врши со мерење на апсиси и ординати од полигонските влаци до точките на трасата или со поларен метод со мерење на хоризонталните агли и должини од полигонските точки до точките на трасата.

Обележување на точките од трасата се врши со таканеречени хектометарски колци (8 x 8 x 40 cm).



Сл. 118. Пренесување на траса од план на терен со ортогонален метод.

Како при трасирањето на патиштата така и при други работи од планот на теренот најчесто се пренесуваат должини и агли. Должините кои се пренесуваат на теренот се земаат од планот и се хоризонтални.

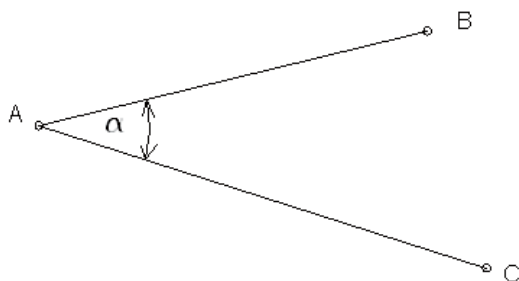
Меѓутоа теренот на кој треба да ги пренесеме нив може да биде рамен или наклонет за одреден агол.

Поради висинската разлика хоризонталната должина која се чита од планот треба да се поправи за вредноста на редуцијата со која косата должина од теренот била намалена .

По одредувањето на редуцијата на веќе познатиот начин ,таа се додава на хоризонталната должина и се добива косата должина која треба да се пренесе на теренот меѓу две точки.

При пренесување на точки од план на терен со поларен метод покрај должини се пренесуваат и хоризонтални агли.

При пренесувањето на агли на теренот треба да постои точка (A) на која ќе се постави инструментот и друга точка (B) кон која ќе се изврши ориентација.

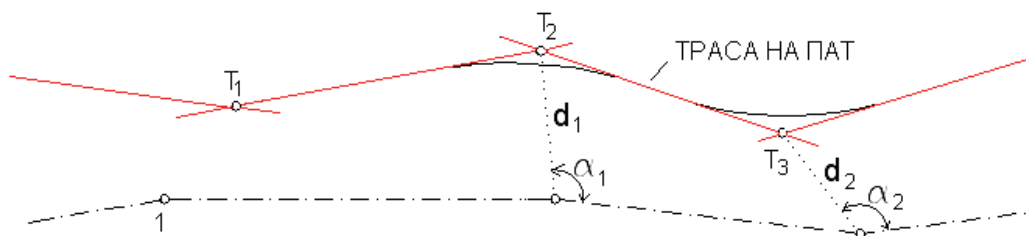


Сл. 119. Пренесување на агол од план на терен

Ако од точката за ориентација треба да се измери некој агол (α) , потребно е по визирањето на точката за ориентација да се намести читање на хоризонталниот агол на инструментот $0^{\circ}00'00''$, а потоа да се намести читање на аголот, кој е одреден од планот под кој треба да се визира кон другата точка на теренот (точка -C).

Ако треба на терен да се пренесе оска (траса) на пат или пруга се постапува вака:

Оската на патот се црта на планот и од него се одредуваат хоризонталните агли (α_1 , α_2) и должини од полигонските точки до точките на трасата на патот (d_1 , d_2).



Сл.120. Пренесување траса од план на терен со поларен метод

Обележување на точки на терен со електронски тахиметри се врши така што во инструментот се внесуваат координати на деталните точки и тоа рачно преку тастатурата или од компјутер со посебен кабел.

Најпрво се внесуваат координатите на станичната точка , потоа на ориентационата точка и на крајот на деталните точки.

Потоа инструментот се поставува во станичната точка ,се ориентира и му се задава програмот за пренесување на точки (колчење) .

Потоа се внесуваат координатите на деталните точки , хоризонталните агли и должини од станицата до деталните точки и се визира на призмата.

Призмата на теренот се поместува се додека на екранот на инструментот хоризонталната должина , аголот и висината да добијат вредност 0 .

На тоа место каде што е призмата се наоѓа деталната точка.

Научив.

- што е трасирање на пат;
- што е траса;
- како се одредуваат податоци од план за пренесување на објекти на терен;
- како се пренесува должина од план на терен со ортогонален метод ;
- како се пренесува хоризонтален агол од план на терен;
- како се пренесуваат точки од план на терен со поларен метод;
- како се пренесуваат точките од план на терен со мерни станици.

5.6 РУДАРСКИ ПЛАНОВИ

Рударските планови се планови на кои се прикажуваат рударските простории во хоризонтална и во вертикална проекција.

Се изработуваат на хартија со висок квалитет со димензии 50 x 75 cm и 60 x 90 cm.

За изработка на рударски планови најчесто се користат размери 1: 500 , 1: 1000, 1: 2500 , 1: 5000 .

За прикажување на детали од рудникот се користат планови во размер 1:250 и 1: 50.

Картирањето и внесувањето на рударските простории и објекти на оригиналните планови се врши врз основа на веродостојни и проверени податоци и тоа исклучиво со координати.

При изработката на планови на рудникот (рударски планови), топографските ознаки се исцртуваат според предвидените прописи во геодезијата за надворешни мерења, а специфичните рударски и геолошки ознаки според рударските прописи.

Поважните топографски ознаки за геодетските точки и за рударските простории се прикажани на следната слика.

Оригиналните планови и книгите со податоците од мерењето се чуваат во посебни ормани заштитени од пожар.



Сл.121. Топографски ознаки за геодетски точки и рударски простории на рударски план.

5.7 НАНЕСУВАЊЕ ДОЛЖИНИ АГОЛИ И КООРДИНАТИ НА ПЛАН ВО КОМПЈУТЕРСКИОТ ПРОГРАМ AUTOCAD

Во најново време картирањето на геодетските точки на плановите наместо рачно се врши компјутерски, со помош на посебни програми кои се инсталирани во нив.

Во оваа содржина ќе бидат дадени основните операции со кои може да се нанесуваат геодетски точки на план со помош на компјутерската програма AUTOCAD.

Должините во Автокад може да се задава произволно, со покажување на две точки во просторот за цртање со помош на курсорот или прецизно со пишување на вредноста на растојанието во лентата за наредби.

При задавање на растојание децималните броеви се одделуваат од целите со точка (25.55). Негативните растојанија се задаваат со број пред кој се пишува знакот за минус.

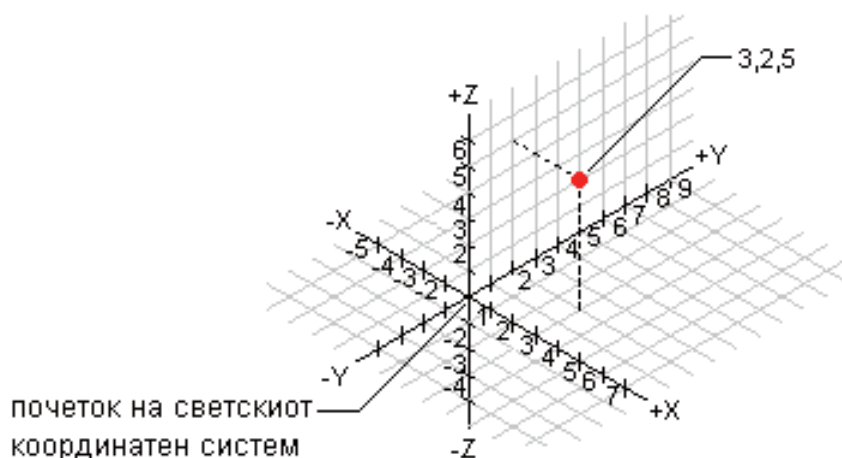
Броевите помали од нула може да се запишуваат и без внесување на нула само со пишување точка пред бројот (.543 наместо 0.543).

Агол во Автокад се задава со цел или децимален број исто како и растојанијата. Ако некој агол има степени , минути и секунди тој се задава со пишување на буквата d после вредноста за степени, со една црта после минутите и со две црти после секундите (45d 50' 50").

Координати X,Y и Z на точка во Автокад се задаваат со броеви меѓусебно одделени со запирки , при што првиот број е координата X на точката вториот координата Y и третиот координата Z.

Во Автокад се задаваат апсолутни правоаголни координати, релативни правоаголни координати, поларни координати , цилиндрични и сферични координати, како и задавање на координати преку филтри.

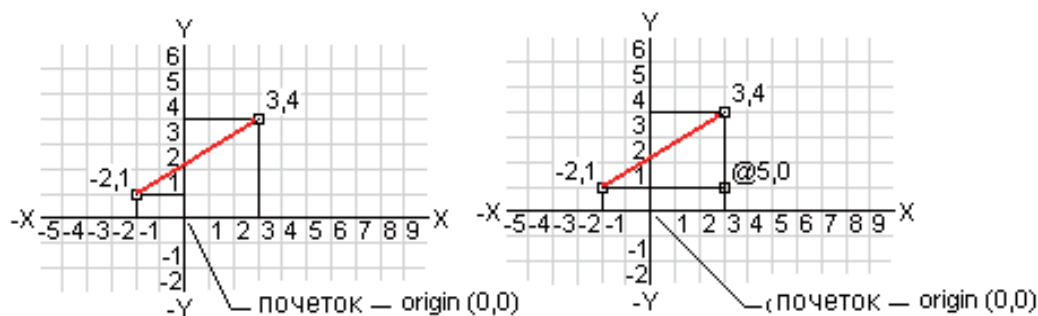
Апсолутните правоаголни координати се задаваат со броеви меѓусебно одделени со запирки ,при што првиот број е координата X на точката ,вториот координата Y и третиот координата Z. Апсолутните координати се задаваат во однос на координатниот почеток на тековната рамнина за цртање. На примерот е прикажано цртање на точка со координати (3, 2, 5).



Сл.122. Апсолутни координати

Релативните правоаголни координати се однесуваат на последната зададена точка, а не на координатниот почеток.

Пред да се внесат вредностите на релативните координати се внесува знакот @, а потоа вредностите на координатите кои се меѓусебно одделени со запирки (@ 3,2,5).



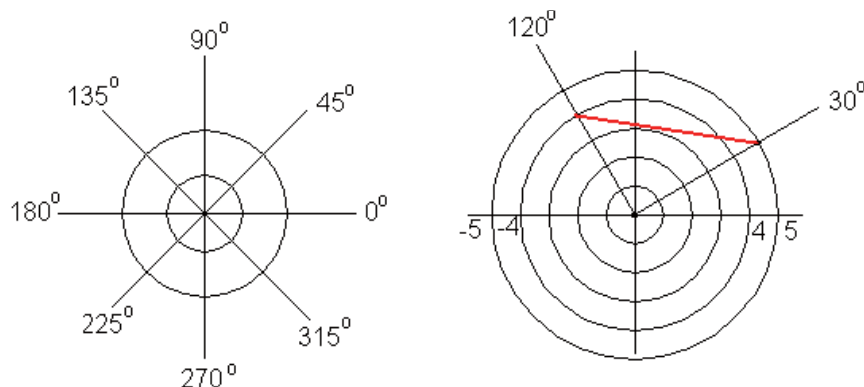
Сл.123. Задавање на апсолутни и релативни правоаголни координати

Филтрите овозможуваат една или две координати да се зададат со покажување на точката на цртежот со помош на курсорот, а останатите координати се задаваат со бројки.

Филтрите се задаваат со внесување на точка (.) пред вредноста на координатите. Постојат следните филтри:

- .x – координатата x се покажува ,а останатите се задаваат со бројки;
- .y – координатата y се покажува ,а останатите се задаваат со бројки;
- .z – координатата z се покажува ,а останатите се задаваат со бројки;
- .xy – координатите x и y се покажуваат ,а z се задава со бројка;
- .xz – координатите x и z се покажуваат ,а y се задава со бројка;
- .yz – координатите y и z се покажуваат ,а x се задава со бројка.

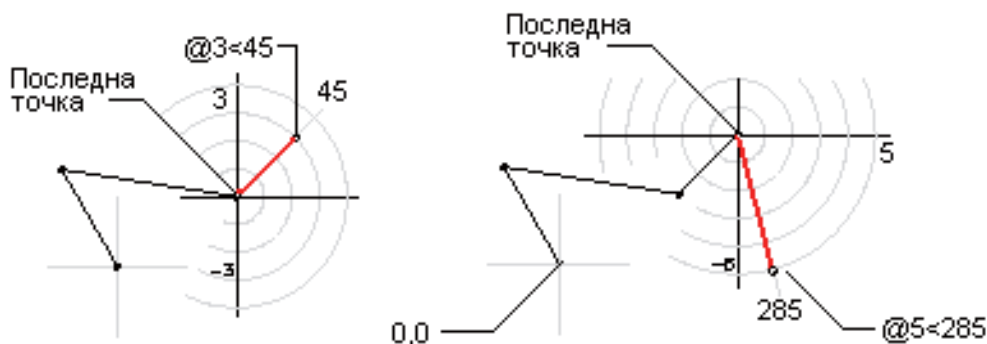
Поларните координати се задаваат со задавање растојание од координатниот почеток и агол во X-Y проекционата рамнина, кои меѓусебно се одделени со математичкиот знак за помало (<). На примерот е зададена точка со поларни координати $4 < 120^\circ$ и $5 < 30^\circ$.



Сл.124. Задавање на поларни координати

Релативни поларни координати се задаваат со задавање на знакот @ пред поларните координати.

На примерот се зададени точки со релативни поларни координати @ 3<45° @ 5<285°.



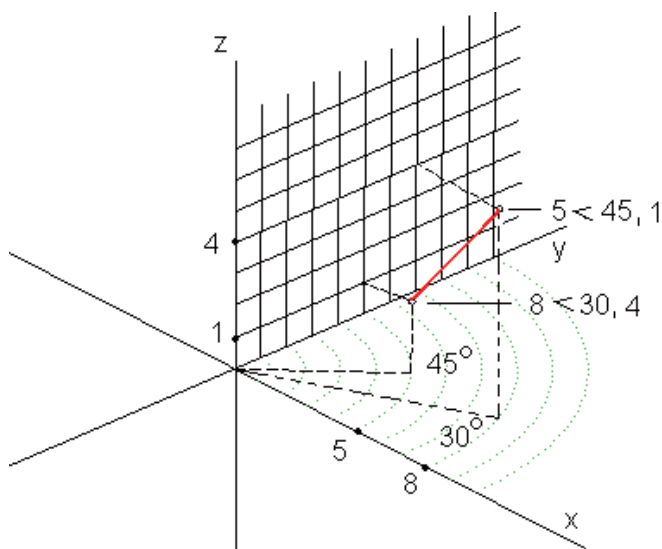
Сл.125. Задавање на релативни поларни координати

Цилиндрични координати се задаваат како и поларните координати со тоа што после вредноста на хоризонталниот агол се задава и Z – координата која од вредноста на аголот е одвоена со запирка.

На примерот зададена е точка со цилиндрична координата $(5 < 45, 1)$ и точка со цилиндрична координата $(8 < 30, 4)$.

Релативните цилиндрични координати се однесуваат на последната зададена точка, а не на координатниот почеток.

Тие се задаваат со внесување на знакот @ пред цилиндричните координати.

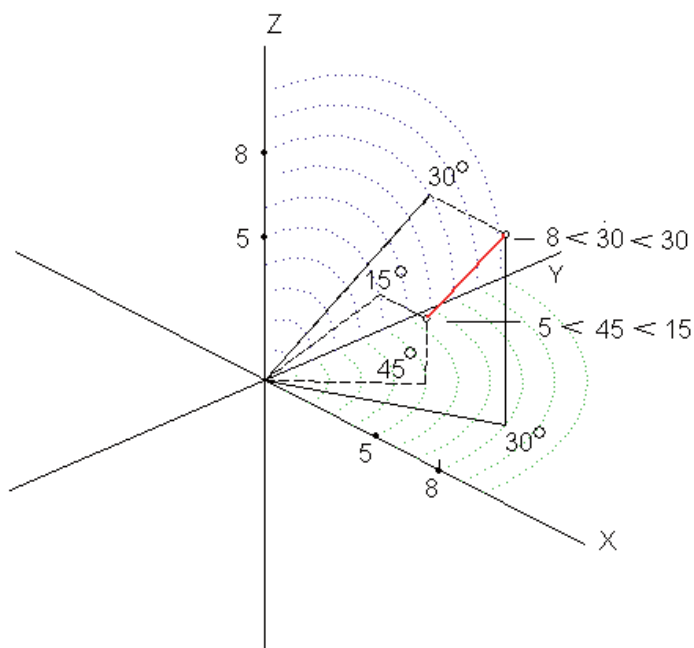


Сл.126. Задавање на апсолутни цилиндрични координати

Сферичните координати се задаваат како поларните ,со тоа што по внесувањето на хоризонтален агол во x-y рамнината се внесува и вертикален агол нормален на x-y рамнината.

Помеѓу хоризонталниот и вертикалниот агол се става знакот за помало (<).

На примерот се нацртани точки со сферни координати $(8 < 30 < 30)$ и $(5 < 45 < 15)$.



Сл.127. Задавање на сферни координати

Релативните сферични координати кои се задаваат во однос на последната зададена точка се задаваат исто како и апсолутните сферни координати со тоа што најнапред се внесува знакот @ ,а потоа сферните координати.

Научив

- како се задаваат правоаголни координати во Автокад
- како се задаваат поларни координати во Автокад
- како се задаваат цилиндрични координати во Автокад
- како се задаваат сферни координати во Автокад

СОДРЖИНА

ВОВЕД ВО ГЕОДЕЗИЈАТА	5
1. МЕРНИ ЕДИНИЦИ ВО ГЕОДЕЗИЈАТА	8
1.1 Мерни единици за должина	9
1.2 Мерни единици за површина	10
1.3 Мерни единици за агол	10
1.4 Размер и размерници	13
2. ГЕОДЕТСКИ ИНСТРУМЕНТИ И ПРИБОР	16
2.1 Теодолити	16
2.1.1 Оптички теодолити	17
2.1.2 Електронски теодолити	21
2.2 Поставување на теодолитите	23
2.3 Хоризонтирање на теодолитите	24
2.4 Центрирање на теодолитите	26
2.5 Нивелири	28
2.6 Далечиномери	32
2.6.1 Оптички далечиномери	32
2.6.2 Електромагнетски далечиномери	34
2.7 Тахиметри	36
2.7.1 Оптички тахиметри	36
2.7.2 Електронски тахиметри	37
2.8 GPS инструменти	41
3. ГЕОДЕТСКИ МЕРЕЊА НА ТЕРЕН	43
3.1 Геодетски мрежи и точки	46
3.1.1 Тригонометриска мрежа	47
3.1.2 Полигонска мрежа	51
3.1.3 Линиска мрежа	54
3.1.4 Нивелманска мрежа	56
3.2 Мерење на полигонска мрежа	59
3.2.1 Мерење агли во полигонската мрежа	60
3.2.2 Мерење должини во полигонска мрежа	62
3.2.3 Пресметување на полигонска мрежа	66
3.2.3.1 Пресметување на дирекциони агли	69
3.2.3.2 Пресметување координати на полигонски точки	71

3.3	Детални мерења на терен _____	73
3.3.1	Ортогонална метода _____	73
3.3.2	Поларна метода _____	76
3.3.2.1	Мерење со авторедукциони далечиномери _____	77
3.3.2.2	Мерење со електронски тахиметр мерни станици _____	79
3.4	Мерење на нивелманска мрежа _____	83
3.4.1	Тригонометриско мерење на висински разлики _____	84
3.4.2	Геометриско мерење на висински разлики _____	85
4.	РУДАРСКИ МЕРЕЊА _____	89
4.1	Стабилизирање на геодетски мрежи во рудниците _____	90
4.2	Поврзување на површинска полигонска мрежа со јамска преку поткоп _____	93
4.3	Поврзување на површинска полигонска мрежа со јамска преку окно _____	94
4.3.1	Центричен начин _____	95
4.3.2	Ексцентричен начин _____	96
4.4	Магнетски мерења _____	98
4.5	Поврзување површинска нивелманска мрежа со јамска преку поткоп _____	101
4.6	Поврзување површинска нивелманска мрежа со јамска преку коси простории _____	102
4.7	Поврзување површинска нивелманска мрежа со јамска преку окно _____	105
4.8	Одредување правец на рударски простории _____	108
4.8.1	Одредување правец на хоризонтални простории _____ Вежба _____	111
4.8.2	Одредување правец на кривини во јама _____	113
4.8.3	Одредување правец на коси простории _____	115
4.8.4	Одредување правец на окна _____	118
5.	ИЗРАБОТКА И ЧИТАЊЕ НА ПЛАНОВИ _____	119
5.1	Координатна мрежа _____	119
5.2	Картирање на детални точки _____	122
5.3	Интерполација на изохипси _____	125
5.4	Пресметување на површини од план _____	130
5.5	Пренесување проект од план на терен _____	133
5.6	Рударски планови _____	135
5.7	Нанесување должини ,агли и координати на план во компјутерскиот програма Autocad _____	137

ЛИТЕРАТУРА

1. ГЕОДЕЗИЈА (IV издание) Д-р инж ДИМЕ Г. ЛАЗАРОВ
Скопје 1976 год.
2. ГЕОДЕЗИЈА СО РУДАРСКИ МЕРЕЊА за IV година Рударска и геолошка
струка СТОИМЕН МИТОВСКИ
Просветно дело Скопје 1996 год.
3. ГЕОДЕТСКИ ИНСТРУМЕНТИ предавања Проф. Др. Сц. Златко Ласиќ
Загреб 2007
4. ГЕОДЕТСКИ ИНСТРУМЕНТИ вежби Проф. Др. Сц. Златко Ласиќ
Загреб 2007
5. КАТАЛОЗИ И ВЕБ СТРАНИ НА ПРОИЗВОДИТЕЛИ НА ГЕОДЕТСКИ
ИНСТРУМЕНТИ И ПРИБОР –Леика , Сокиа и др.