

МАРИЈА КОВАЧЕСКА

ГЕОДЕТСКИ МЕРЕЊА

Учебник за трета година градежно - геодетска струка

Скопје, 2013

ГЕОДЕТСКИ МЕРЕЊА

Учебник за трета година градежно - геодетска струка

Автор:

Марија Коваческа , *дипл. геод. инж.*

Рецензенти:

Д-р. Лазо Димов, *дипл. геод. инж.*

М-р. Ванчо Стојановски, *дипл. геод. инж.*

Виктор Соколовски, *дипл. геод. инж.*

Илустратор:

Вангел Ковачески, *дипл. геод. инж.*

Јазичен лектор:

Сузана Стојковска, *лектор*

Издавач: Министерство за образование и наука на Република Македонија

Печати: Графички центар дооел, Скопје

Тираж: 102

Со решение на Министерот за образование и наука на Република Македонија бр. 22-4358/1 од 29.07.2010 година се одобрува употребата на овој учебник

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

528.3/.4(075.3)

КОВАЧЕСКА, Марија

Геодетски мерења 2: учебник за трета година геодетска струка / Марија Коваческа. - Скопје : Министерство за образование и наука на Република Македонија, 2010. - 123, [61] стр. + 1 ЦД-ром : илустр. ; 25 см

Библиографија: стр. [184]. - Содржи и: Прилози

ISBN 978-608-226-245-1

COBISS.MK-ID 84247306

„ Ако може да го измериме она за што зборуваме и тоа да го изразиме во броеви, знаеме нешто за него.

Ако не сме во состојба да го направиме тоа, нашето знаење е слабо и недоволно.

Тука може да биде нашиот почеток на стекнување знаења, свесни дека, тукушто сме зачекориле кон науката, каков и да е предметот на нашето изучување.”

лорд Вилијам Томсон
1824-1907

ПРЕДГОВОР

Овој учебник по геодетски мерења е наменет за учениците од III година образовен профил геодетски техничар, со цел да ја олесни практичната реализација на наставната содржина од областа на геодезијата. Истиот во одредени делови може да го користат и учениците од II и IV година, од истиот образовен профил, поради преплетеноста на наставните содржини во сите три години, која е неопходна заради поврзаноста на материјата која се изучува.

Доколку глобално се гледа, може да се каже дека учебникот има наставни содржини за совладување на техниките на геодетските мерења, оспособување за користење на нови мерни инструменти од областа на геодезијата, начини и техники за пресметување на податоците од мерењата со класична и автоматска обработка, како и нивна оценка на точноста.

Во скратена форма и без изведување на формули е прикажана материјата која е неопходна за решавање практични примери. Притоа се имаше предвид дека учениците паралелно со овој учебник ќе го користат и учебникот геодезија со геодетски подлоги, во кој многу подетално се разработува теорискиот дел.

Составен дел на учебникот се и работните листови во кои освен поединечни задачи се дадени и примери (практични задачи) кои претставуваат логички поврзана целина. Оваа поврзаност е направена со цел учениците целосно да ја согледаат поврзаноста на геодетските работи, во смисла на мерења, пресметувања и изработка на скици и планови. Работните листови може да се искористат и како делови за геодетскиот елаборат кој задолжително треба да се изработи во неколку делови од овој предмет.

Покрај работните листови, како помош за реализација на часот за наставниците и полесно совладување на наставниот материјал за учениците, за одредени наставни содржини се изготвени презентации во PowerPoint.

Одреден дел од геодетските пресметувања учениците ќе имаат можност да ги совладаат со помош на готови програми изработени во програмската апликација Excel, а во некои поедноставни примери и самите ќе изработуваат соодветни програми со користење на оваа апликација.

Имајќи предвид дека учебникот треба навистина да послужи за својата цел, се потрудив материјата да ја презентирам на начин кој ќе биде прифатлив за учениците и тие преку активни методи направат поврзување на своите предзнаења со новите наставни содржини.

Мора да нагласам дека секое поглавје од учебникот е конципирано како наставен час, односно првите наставни единици се во функција на активирање на претходните знаења и поврзување со новите сознанија. Наредните наставни содржини се во функција на совладување на нови теоретски и практични сознанија. И на крај, евалвација и примена во конкретни задачи.

Се заблагодарувам на сите кои помогнаа во реализацијата на овој учебник.

Авторката
М.Коваческа

ГЛАВА 1

Првиот дел од учебникот е конципиран како општ дел во кој учениците имаат можност да ги повторат своите претходни и да стекнат нови знаења поврзани со науката на мерењето, пресметувањето, грешките кои се неизбежно поврзани со постапката на мерење, единиците мерки без кои не може да се претстават резултатите од мерењето итн. Во овој дел се споменати и обработени воведните поими, без кои не би можело да се замисли ниту мерењето ниту пресметувањето. Откако го совладаат првиот дел од учебникот, учениците ќе бидат оспособени:

- да идентификуваат што се мери во геодезијата;
- да разликуваат мерна величина, резултат од мерењето и вредност на мерната величина;
- да ги препознаваат, споредуваат и применуваат единиците мерки за должина, површина и агол;
- да разликуваат директни од индиректни мерења;
- да го анализираат влијанието на грешките од мерењето врз точноста на мерењето;
- да објаснуваат и даваат примери за сите видови грешки кои се јавуваат при мерењето;
- да ја сфатат потребата и целта од израмнување на мерените величини и др.

Сите наведени цели наставниците можат да ги искористат во постапката на оценување на учениците.

1. Геодетски мерења

1.1. Основни поими за мерењето

Да се потсетиме:

- *Кога ќе се спомене поимот мерење, на што прво помислувате?*
- *Може ли да наброите некои величини за кои знаете дека се мерат?*
- *Кажете пример од минатата учебна година, кога нешто сте мереле. (Ученикот да ја опише постапката низ која поминал додека вршел мерење.)*

Во многу научни дисциплини основа за откривање на нови сознанија се експериментите. Во геодезијата новите сознанија и информации се добиваат како резултат на мерење.

Мерењето е основа на сите геодетски пресметки. Со него се доаѓа до податоци за физичките својства, димензиите и облиците на просторните ентитети. Физичките величини кои најчесто се мерат во геодезијата се: *должина, агол, време, температура, забрзување на Земјината тежа, атмосферски притисок* и слично. Во рамките на овој учебник ќе се запознаеме со методите на мерење на **агол, должина и висинска разлика**.

Да се измери една физичка величина значи да се одреди бројната вредност на физичката величина која се мери споредена со усвоена единица мерка (еталон). Процесот на одредување на овие вредности се нарекува мерење.

Со геодетските мерења се одредуваат димензиите и положбите на објектите на физичката површина на Земјата. Задачата на сите геодетски стручни лица е во согласност со бараната точност да ги утврдат: начинот, обемот и постапката на мерење и да извршат анализа на резултатите од мерењето.

Во практиката многу често се преплетуваат изразите *мерење* и *опсервирање*, така што се стекнува впечаток дека помеѓу нив не постои разлика. Изразот **опсервирање** во практиката се користи за да се укаже на **операција, процес** или нејзин **резултат**. Додека самата постапка на реализација на мерената величина претставува **мерење**.

Според важечките прописи (*Guide to the expression of uncertainty in measurement*, ISO 1997) дефиницијата за мерење гласи:

Мерењето претставува збир од операции кои се изведуваат со цел да се добие вредноста на мерената величина.

Резултат на мерењето претставува вредност која е придружена на мерната величина, а е остварена со постапка на мерење.

Мерна величина (субјект на мерењето) претставува атрибут кој може квантитативно да се опише и квалитативно да се одреди (на пример: должина на летва, висинска разлика меѓу две точки, агол меѓу два правци и др.).

Вредност на мерната величина претставува износ на некоја величина изразена во единица мерка која се множи со бројот кој покажува колку пати единицата мерка е содржана во таа величина.

(Пример: должината на летвата изнесува 3,96 m ,односно 396 cm.)

Самото мерење се темели на:

- спецификацијата на мерната величина;
- методите на мерење ;
- постапката на мерење.

Спецификацијата на мерната величина е тесно поврзана со барањата за точност на мерењето. Во повеќето практични примери резултатот на мерењето се добива врз основа на серија мерења кои се изведени со иста точност.

Методите на мерење се сметаат за логички поврзани операции при одредување на вредноста на мерната величина. Трите основни мерени величини во геодезијата се: должина, агол и висинска разлика. Според тоа разликуваме:

- методи на мерење на должина;
- методи на мерење на агол;
- методи на мерење на висинска разлика.

Постапката на мерењето, претставува збир од посебно утврдени операции, со цел да се реализира одреден метод на мерење. Елементарни операции во постапката на мерење се:

- **калибрација на мерните инструменти и прибор** (ускладување на единицата мерка на мерниот инструмент со нејзината теориска вредност) ;
- **подготовка за мерење** (поставување на инструментот и приборот за мерење, сигнализирање на точки и сл.);
- **непосредно утврдување на вредноста на мерната величина** (визирање, концидирање, читање на поделбата на мерниот инструмент и сл.);
- **мерење на помошни величини** (пр. температура, атмосферски притисок, влажност на воздухот или други величини неопходни за коригирање на добиените резултати од мерењето).

Мерењето, иако на прв поглед делува едноставно, сепак претставува доста сложена операција. Сложеноста на операцијата мерење произлегува од неговите основни особини, и тоа:

Мерењето секогаш претставува извршување на некоја физичка работа, со специфична постапка и користење на соодветен мерен инструмент. Податоците од мерењето се нумерички и изразени во единица мерка, која мора да биде стандардизирана и договорена (со одредена конвенција). Секое мерење се поврзува со одредена димензија. Мерењата во основа се поврзани со теориски концепти. Иако должините и аглите немаат свој директен реален ентитет во природата, сепак во практика нивните мерења ќе се искористат за одредување на положба, површина, волумен и др.

Занимливост:

Првиот познат и официјално усвоен еталон за должина е египетскиот кралски КУБИТ.

Негови карактеристики:

Должина – еднаква на должината на подлактицата, од лактот до врвот на испружениот среден прст, на тогаш владејачкиот фараон.

Стандард – примарниот стандард “Royal Cubit Master” се изработувал од црн гранит, со цел “да издржи засекогаш”.

За употреба – се изработувал стап од дрво или обичен камен со иста должина, за да може да го користат сите работници кои работеле на изградба на пирамидите. По одлука на фараонот, секој од тие стапови се споредувал со примарниот секогаш кога имало полна месечина. Во случај тоа да не се направело следувала страшна казна.

1.2. Мерни единици

Да се потсетиме (работен лист 1.2.):

1. Напиши што знаеш за единиците мерки за должина, површина и агол.
2. Напиши што уште сакаш да научиш за истите.

Единиците мерки постојат откако постои мерењето. За секое мерење е неопходна единица мерка. Со текот на времето се појавувале, употребувале и се исфрлале од употреба различни единици мерки. Долго време различни држави употребувале и различни системи за мерење на должини, површини и агли. Тоа создавало големи проблеми во меѓународните трговски односи, па затоа се настојувало да се определат меѓународни унифицирани мерки кои ќе се користат насекаде во светот.

1.2.1. Единици мерки за должина

Француската академија на науките, при крајот на 18-тиот век, дефинирала основна мерка за линеарни мерења (мерење на должина) наречена **метар**.

Првично, метарот е дефиниран како милионити дел од четвртината на Земјиниот меридијан.

Врз основа на вака дефинираната мерка, изработен е првиот прототип (еталон) на метар, во вид на линијар од иридиум и платина, и е наречен **архивски метар** (Mètre del archives).

Според SI (System international) метарот се дефинира со должина еднаква на 1 650 763,73 бранови должини електромагнетно зрачење на изотопот криптон во вакуум, кој одговара на премиот на електроните меѓу енергетските нивоа $2P_{10}$ и $5d_5$.

Од Меѓународното биро за мерки и тежини усвоена е дефиниција според која еден метар претставува далечина која светлината ја поминува низ вакуум простор за 299 792 458 делови од секундата.

Оваа дефиниција е усвоена како нова дефиниција за метарот со воведување на електронските далечиномери во практиката.

Мерки за должина во метарскиот систем:

- мерки поголеми од метар:

ознака	назив	вредност во m
1 dkm	декаметар	10 m
1 hm	хектометар	100 m
1 km	километар	1000 m
1 Mm	мегаметар	10 ⁶ m
1 Gm	гигаметар	10 ⁹ m
1 Tm	тераметар	10 ¹² m

- мерки помали од метар:

ознака	назив	вредност во m
1 dm	дециметар	0,1 m
1 cm	сантиметар	0,01 m
1 mm	милиметар	0,001 m
1 μ	микрон	10 ⁻⁶ m
1 m μ	милимикрон	10 ⁻⁹ m

Во некои западни земји, освен метарот се користат и други линеарни мерки и тоа *international foot* (меѓународна стапка) - **ft** и *inch* (палец) - **in**.

1 ft = 12 in

Споредено со метарот овие единици изгледаат вака:

1 in = 2,54 cm;
1 ft = 30,48 cm.

Во САД се користат мерки со слични или исти називи, но со поинакви вредности:

1 U.S. ft = 0,3048006 m ;
1 m = 39,37 U.S. in.

1.2.2. Единици мерки за површина

Во метарскиот систем основна единица мерка за површина е квадратен метар - m^2 .

Останати **мерки за површина** во метарскиот систем се:

ознака	назив		вредност во m
1 m ²	квадратен метар	(1x1) m ²	1 m ²
1 a	ар	(10x10) m ²	100 m ²
1 dka	декар	(10x100) m ²	1000 m ²
1 ha	хектар	(100x100) m ²	10 000 m ²
1 km ²	квадратен километар	(100x1000) m ²	1000 000m ²

1.2.3. Единици мерки за агол

За **мерење на агол** се користат мерни единици кои претставуваат одредени делови од круг:

- **степени** (*сексагезимална поделба*) или стара мерка;
- **градуси** (*центизимална поделба*) или нова мерка;
- **радијани** (*лачни мерки*) во рамнина.

Кај нас во секојдневна употреба се користи старата мерка, но во последно време сè почесто и лачната мерка.

Единици мерки за агол во сексагезималната поделба се: **степен** (°), **минута** (′) и **секунда** (″). Полн агол во рамнина околу една точка изнесува 360° (степени).

Еден степен (1°) претставува тристашеесетти дел од полн круг.

Единиците во сексагезималната поделба го имаат следниот однос:

$1^\circ = 60'$	шеесет минути
$1' = 60''$	шеесет секунди

Во некои држави се користи центизималната или нова поделба. Центизимални агловни единици се: **градус (гон) - (g)**, **центизимална минута (c)**, **центизимална секунда (cc)**. Во центизималниот систем полниот круг изнесува 400^g .

Еден градус (1^g) претставува централен агол кој одговара на четиристотиот дел од полн круг.

Единиците во центизималната поделба го имаат следниот однос:

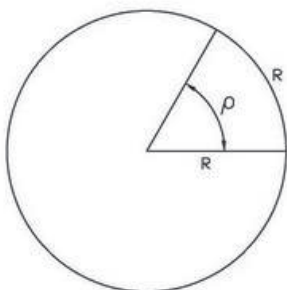
$1^g = 100^c$	сто градусни минути	$= 0,9^\circ$
$1^c = 100^{cc}$	сто градусни секунди	$= 0^\circ 00' 32'',4$

Градусите најчесто се изразуваат во децимален облик.

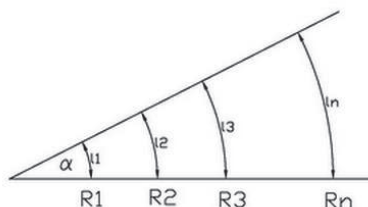
Пример : $100^g 42^c 88^{cc}$ се запишува како $100,4288^g$.

Лачната мерка се користи како мерка преку која агловните вредности може да се изразат со должински мерки наречени радијани.

Радијанот е централен агол чија должина на лакот е еднаква на должината на радиусот R на кружницата. Тој е, всушност, единица за мерење на агли во рамнина.



слика 1. Радијан



слика 2. Централен агол

Еден полн круг содржи 2π радијани ($\pi = 3,14159265$).

Помеѓу единиците за мерење на англи важат следниве релации:

$$1^\circ = (\pi/180) \text{ rad} = 60';$$

$$1' = (1/60)^\circ = (\pi/10\,800) \text{ rad} = 60'';$$

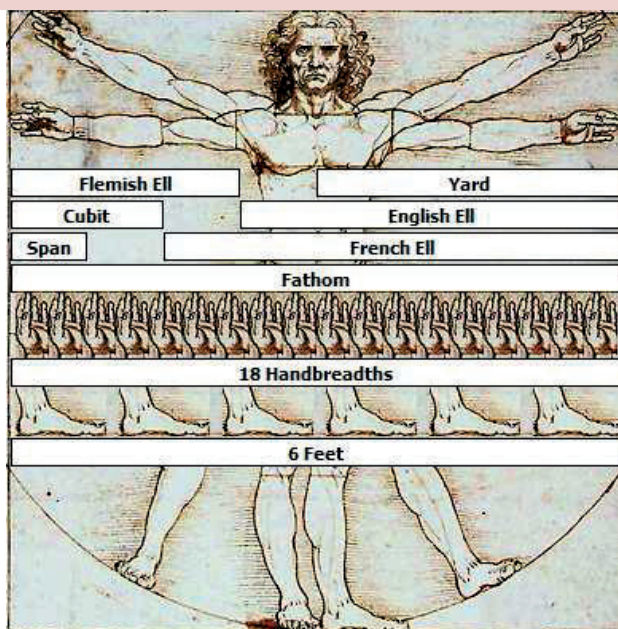
$$1'' = (1/60)' = (\pi/648\,000) \text{ rad};$$

$$1 \text{ rad} = (180^\circ/\pi) = 57,29578 = 3438' = 206\,265'' \approx 57$$

Помеѓу радијаните и гоните важат следниве односи:

$$1 \text{ rad} = (200/\pi) (g) = (20\,000/\pi) (c) = (2\,000\,000/\pi) (cc)$$

Занимливост: Витрувианскиот човек на Леонардо да Винчи (1487 год.). Цртежот се базира на корелацијата меѓу идеалните пропорции на човечкото тело и нивниот геометриски опис.



слика 3. Закон за пропорциите (Canon of Proportions)

1.3. Директни и индиректни мерења

Според начинот на кој се доаѓа до вредноста на мерената величина, сите мерења може да се поделат на **директни и индиректни**.

Директни мерења се мерењата кај кои вредноста на мерената величина се добива со непосредно, директно читање на некоја физичка величина. Резултатите од овие мерења се меѓусебно независни.

На пример: Температурата на некое тело директно се чита на термометар, јачината на струјата директно се чита на амперметар, должината меѓу две точки на површината на Земјата директно се чита на пантлика (лента) и др.

Индиректни мерења се оние мерења кај кои до вредноста на некоја физичка величина се доаѓа по посреден пат, преку формули или релации кои таа величина ја поврзуваат со други, најчесто, директно мерени величини.

На пример: Одредување на агол во триаголник ако се познати другите два агли. Позната релација меѓу нив е дека збирот на аглиите во триаголникот е 180° .

1.4. Услови и точност на мерењето

Физичките величини ги мерат различни оператори (лица кои мерат), со различни инструменти и методи на работа во различни надворешни услови. Мерењата се изведуваат на физичката површина на Земјата, која е опкружена со атмосферата чии параметри (температура, притисок и влажност) постојано се менуваат во текот на денот и годината. За мерење се користат инструменти чија конструкција не е совршена, а во текот на мерењето вниманието на операторот се менува во зависност од неговото расположение и психофизичка состојба. Сите овие компоненти со своите постојани промени влијаат на мерењето. Па затоа не е можно апсолутно точно да се измери некоја физичка величина.

Сите мерења се оптоварени со грешки кои настануваат во процесот на мерење и влијаат на резултатот на мерењето.

Доколку инструментот е попрецизен, операторот постручен и искусен, методите на работа посовремени, атмосферските услови поволни за мерење, дотолку резултатот од мерењето ќе биде попрецизен, односно ***физичката величина ќе биде измерена со поголема точност.***

Според тоа мерењата може да бидат со поголема или помала точност.

Кога, пак, споредуваме две или повеќе мерења на една иста величина, велеме дека мерењата може да бидат и со иста (еднаква) или различна точност.

Мерењата се со иста точност ако се извршуваат со ист инструмент (или различен инструмент, но со ист ранг во поглед на точноста) со иста метода на работа и под исти надворешни услови.

Мерењата кои се одвиваат под сосема различни услови во поглед на инструментот за мерење, методите и надворешните услови, се ***мерења со различна точност.***

Пред решавањето на одредени задачи точноста на резултатите од мерењето може однапред да се дефинира и се нарекува ***точност a priori***. Додека оцената на точноста на резултатите од мерените величини се нарекува ***оцена на точност a posteriori***.

1.5. Грешки во резултатот на мерените величини

Секоја физичка величина има **вистинска вредност** која не е позната и не е можно да се одреди со мерење. Со мерењето се одредува **приближната вредност** која ќе биде дотолку поблиска до вистинската, доколку мерењето е попрецизно, односно изведено со поголема точност.

Разликата на вредноста I (резултатот од мерењето) и вистинската вредност A се нарекува вистинска грешка ε .

$$\varepsilon = I - A \quad (1.1)$$

Кога повеќе измерени физички величини се во некаков математички однос, постои можност да се одреди вистинската грешка, која е, всушност, вредноста за која математичкиот однос не е исполнет.

Пример:

Математички однос : Збирот на аглие во триаголникот изнесува 180° ($A = 180^\circ$).
Измерени се аглие во триаголникот и нивниот збир изнесува $I = \alpha + \beta + \gamma \neq 180^\circ$

тогаш постои агловно отстапување во триаголникот f кое претставува вистинска грешка или

$$f = (\alpha + \beta + \gamma) - A = I - A = \varepsilon$$

Секоја физичка величина треба да се измери најмалку еднаш за да се добие нејзината вредност. Но, ако таа физичка величина се измери n – пати, ќе се добијат n – вредности кои меѓусебно ќе се разликуваат. Во овој случај е потребно врз основа на сите измерени вредности да се одреди една која најдобро ќе ги претставува, односно ќе биде најблиска до вистинската вредност. Таквите вредности се нарекуваат **најверојатни вредности на мерената величина**. Разликите меѓу вредностите добиени со мерење и најверојатната вредност претставуваат **најверојатна грешка** (поправка).

$$v_i = I_i - L \quad (1.2)$$

каде v_i е најверојатна грешка, I_i е резултат од мерењето, а L е најверојатна вредност на мерената величина.

Според ова, најверојатната вредност L е променлива и нејзината точност зависи од точноста на сите резултати од мерењето. Додека, пак, вистинската вредност A е константна.

1.5.1. Видови грешки во резултатот на мерените величини

Во процесот на мерење појавата на грешка е неизбежна. Основна мерка за точноста на мерењето во геодезијата се грешките во резултатите на мерените величини. Затоа е многу важно да се проучи нивниот карактер, големина и нивното влијание врз конечниот резултат од мерењето.

Поделбата на грешките на мерењето се врши според два основни критериуми, и тоа:

- ***според изворите на нивната појава;***
- ***според законитоста на нивната појава и нивната големина и карактер.***

Според првиот критериум грешките се делат на:

- ***грешки од инструментот;***
- ***лични грешки ;***
- ***грешки од надворешни влијанија.***

За теоријата на грешки поважна е поделбата според законитоста на појавата на грешките и влијанието врз резултатите од мерењето. Според овој критериум грешките се делат на:

- ***груби;***
- ***систематски;***
- ***случајни.***

1.5.1.1. Груби грешки

Кога некоја вредност на мерената величина е под нивото на бараната точност, велиме дека е оптоварена со груба грешка. Овие грешки најчесто се јавуваат поради невнимание при работата, недоволно искуство на операторот, поради погрешното читање или нагло влошување на надворешните услови за мерење. Тие имаат големи апсолутни вредности и различни предзнаци. Грубите грешки се отстрануваат од резултатот на мерењето откако претходно ќе се откријат. Постојат критериуми врз основа на кои се утврдува дали резултатот на мерењето е под нивото на бараната точност, односно критериуми за откривање на груби грешки.

Ако некоја величина се мери повеќе пати, добиените вредности ќе се разликуваат меѓусебно во границите на дозволените отстапувања. Кога во низата на мерени вредности постои вредност која значително се разликува од останатите (над очекуваната разлика), тоа мерење содржи груба грешка. Таквиот резултат се отстранува од понатамошните пресметувања и доколку е неопходно се заменува со нов резултат добиен со друго повнимателно мерење.

1.5.1.2. *Случајни грешки*

На резултатите на геодетските мерења влијаат различни фактори кои предизвикуваат појава на грешки. Некои грешки настануваат како збир на голем број елементарни по вредност мали грешки. Гледано поединечно, елементарните грешки се мали и занемарливи величини, но нивното сумарно (збирно) дејство е значајно за точноста на резултатот на мерењето.

Случајните грешки ги следат сите мерења. Тие не може да се избегнат. Секој резултат од мерење мора да биде оптоварен со случајна грешка чиј износ и предзнак не може однапред да се предвиди. Значи, имаат карактер на случајност и затоа се нарекуваат случајни грешки. Причините за нивното појавување не се познати и не може да се одредат. Тие се менуваат од мерење до мерење, како според големината така и според предзнакот, без некоја посебна законитост.

Сепак, ако се разгледуваат случајните грешки на поголеми низи мерења, може да се согледаат одредени статистички законитости кои ги дефинираат нивните својства.

Случајните грешки не може да се елиминираат од резултатите на мерењето. Нивното влијание врз најверојатната вредност ќе се намали доколку истата величина се мери повеќе пати. Колку што е поголем бројот на мерењата, толку е помало влијанието на случајните грешки.

1.5.1.3. *Систематски грешки*

Систематските грешки во најголем број случаи се појавуваат кога при мерењето се употребуваат инструменти и прибори кои за одреден износ со ист предзнак отстапуваат од вистинската вредност. Тие се карактеристични по тоа што во апсолутната вредност не се големи, но влијаат врз резултатот истонасочно.

Грешки кои на резултатот на мерењето влијаат така што постојано го зголемуваат или постојано го намалуваат се систематски грешки. Благодарение на ова својство на систематските грешки тие може да се отстранат од резултатите на мерењето во потполност или делумно. Но, мора да се знае причината и законитоста на нивното појавување.

Отстранувањето или намалувањето на влијанието на систематските грешки врз резултатот на мерењето може да се постигне со метода на работа, испитување и ректификација на инструментите, компарирање на приборот за мерење на должини или со внесување на одредени поправки.

Со методата на работа се отстрануваат следните грешки:

- со нивелирање од средина се отстранува грешката поради непаралелност на оската на либелата и визурата;
- со мерење на агли во две положби на дурбинот се отстранува колимационата грешка, настаната поради неисполнување на условот за нормалност меѓу визурата и оската на ротација на дурбинот.

Некои грешки не може да се отстранат од резултатот на мерењето. Затоа се настојува во постапката на мерење да се намали влијанието на овие систематски грешки, како на пример грешката поради невертикалност на алхидадината оска. За нејзино намалување мора да се внимава при испитувањето и ректификацијата на теодолитот.

Некои систематски грешки кои не може да се отстранат влијаат и на резултатите на линеарните мерења (должините). На кратки растојанија нивното влијание е помало, но со зголемување на растојанието и нивното влијание е сè поголемо.

На пример: Должината на пантликата со која се мери растојанието помеѓу две точки, иако е запишана како номинална 50м. таа е подолга или пократка од 50м. Во случај да не е направено компарирање на пантликата, и не е одредена нејзината работна (вистинска) должина, секое растојание измерено со оваа пантлика ќе биде погрешно. Кога со постапка на компарирање ќе се одреди оваа работна должина на пантликата, влијанието на систематската грешка ќе се елиминира со пресметување на одредена поправка. За ова ќе стане збор повеќе во „делот грешки при мерење на должини“.

1.6. Израмнување на резултатите од мерењето

1.6.1. Потреба и цел на израмнувањето на мерените величини

Како што веќе споменавме, секоја физичка величина треба да се измери најмалку еднаш за да се добие нејзината вредност, но ако таа физичка величина се измери n – пати, ќе се добијат n – вредности кои меѓусебно ќе се разликуваат во границите на дозволената точност.

Во геодетските мерења се практикува бројот на измерените физички величини секогаш да биде поголем од бројот на неопходни мерења.

Пример: Во триаголник, секогаш кога дозволуваат теренските услови, се мерат сите три агли, иако е доволно да се измерат само два. Третиот агол може да се добие како дополнување до 180° , колку што изнесува зборот на аглите во триаголникот.

Значи, не е неопходно да се измери третиот агол, па затоа неговото мерење го нарекуваме **прекубројно мерење**.

Според тоа во геодетските мерења може да стане збор за повеќе мерења (прекубројни) на една иста физичка величина, како и за прекубројно измерени физички величини.

Во првиот случај, врз основа на сите измерени вредности на една иста физичка величина, може да се одреди една која најдобро ќе ги претставува, односно ќе биде најблиска до вистинската вредност. Таквите вредности се нарекуваат најверојатни вредности на мерената величина.

Во вториот случај, поради прекубројно измерените физички величини нема да бидат задоволени некои математички услови.

Пример:

Ако се измерат сите три агли во триаголникот, како последица на грешките врз резултатот од мерењето, збирот на мерените агли нема да изнесува 180° . Значи, нема да биде задоволен основниот математички услов за збирот на внатрешните агли во триаголникот.

Секое прекубројно мерење во геодезијата предизвикува неисполнување на некој математички услов. Но, од друга страна овозможува да се направат корекции односно да се пресметаат поправки со кои ќе се поправат (израмнат) резултатите на мерените величини, така што ќе бидат задоволени математичките услови.

Постапката во геодезијата кога со прекубројни мерења се овозможува пресметување на поправки и поправање на резултатите од мерењето се нарекува израмнување.

Израмнувањето е можно само доколку се направени прекубројни мерења. Со постапката на израмнување мерените величини ќе ги променат своите вредности за износот на поправката. Но, за притоа да се добие единствено решение мора да се внимава сумата на квадратите на поправките да биде минимална. Овој проблем во геодезијата се надминува со примена на таканаречената **метода на најмали квадрати**, за која ќе стане збор покасно во овој учебник.

Од досега споменатото може да заклучиме дека:

- од повеќе мерења на една иста величина се одредува нејзината најверојатна вредност, која ќе биде најблиска до вистинската;
- врз основа на резултатите на сите измерени величини може да се одредат поправки и да се израмнат мерените резултати така што ќе се задоволат сите математички услови;
- по израмнувањето треба да се изврши оценка на точноста на конечно одредените вредности на мерените величини.

Теориски прашања:

1. Поим мерење
2. Мерни единици
3. Мерења со иста и различна точност
4. Грешки и поправки
5. Најверојатна вредност, најверојатна грешка
6. Прекубројни мерења и израмнување

ГЛАВА 2

ОСНОВНИ ТЕХНИКИ НА ПРЕСМЕТУВАЊЕ

Во овој дел од учебникот ќе бидат обработени неколку основни техники кои се користат во пресметувањето на мерените величини. Накратко, како потсетување, ќе стане збор за значајните цифри и заокружувањето на броевите, контролата на пресметување со деветичен остаток, претворањето на агли од едни мерни единици во други и др.

Во секојдневната практика постојат случаи кога мерењето на агли се врши со инструменти кои имаат градусна поделба. Кај нас, најчесто за понатамошна обработка на податоците, е потребно да се користат степени. Затоа многу често се јавува потреба од претворање на агли од една мерна единица во друга.

Со цел да се олесни претворањето на аголните мерни единици и нивното користење во посложени операции, во овој дел ќе биде споменато користењето на програмската апликација Excel, како можност за автоматска обработка на податоци преку практични примери.

2. Значајни цифри

Изразот значајни цифри се користи за да укаже на посебното значење на некои цифри во одреден број.

Значајна цифра може да биде која било во низата броеви 1,2,3,...9. И нулата може да биде значајна цифра зависно од местото на кое се наоѓа во одреден број, со исклучок на случајот кога со неа се дефинира децималната запирка.

На пример: 0,00786 содржи три значајни цифри, додека бројот 56,209 содржи пет значајни цифри.

Во пресметувањата користиме броеви кои се апсолутни (егзактни) и броеви кои се резултат на мерење и во себе содржат одредени грешки.

Апсолутните броеви содржат само неопходен број значајни цифри. На пример: ако некој број го помножиме со 2, тогаш бројот 2 е апсолутна или егзактна величина.

Резултатот на мерењето никогаш не е апсолутна (егзактна) величина. Мерењето на должина со пантлика е пример на директно мерење. Доколку должината ја мериме приближно, може да го регистрираме резултатот на мерењето, на пример 20 m. Ако должината треба да биде попрецизно измерена, вредноста би била на пример 19,96 m или уште попрецизно 19,963 m.

Ниту еден од наведените резултати не претставува потполно точна вредност на мерената должина, иако вредноста содржи две, три или повеќе значајни цифри.

Може да се заклучи дека: бројот на значајните цифри во директните мерења зависи од **прецизноста на мерењето**.

Резултатот од индиректното мерење се добива врз основа на други две или повеќе директно мерени величини. Кај индиректните мерења прецизноста на мерењето не го контролира бројот на значајните цифри во директно мерените величини.

2.1. Заокружување на броеви

Да се потсетиме:

- **Си се сретнал ли со поимот заокружување на броеви?**
- **Што мислиш, како ќе го заокружиш бројот 45,7 за да добиеш број со две значајни цифри? Кој е бројот што го доби?**
- **Напиши неколку примери во кои, според тебе, си направил заокружување.**

Основен систем на броеви кој денес се користи е декадниот систем. Основа на овој систем на броеви е бројот 10. За правилно извршување на одредени операции со броеви од декадниот систем, треба да го познаваме и начинот на заокружување на истите.

Многу често во постапката на пресметување доаѓаме до ситуација кога некој број треба да го претставиме со помалку цифри отколку што е првично претставен. Тогаш велиме: „**бројот да се заокружи на.....**”.

Да се заокружи некоја вредност значи да се исфрлат одреден број цифри од десната страна.

Пример: Бројот 2,0721 да се заокружи на три значајни цифри или на две децимали. Добиениот број треба да биде 2,07.

При заокружувањето мора да се води сметка, предизвиканата грешка од заокружувањето да биде што е можно помала. Затоа, мора да се почитуваат одредени правила на заокружување.

Да се заокружи бројот на n - значајни цифри значи да се исфрлат сите цифри од десна страна до n -тото место.

Правило 1:

Доколку исфрлената цифра на $(n+1)$ - то место е помала од бројот 5, цифрата на n - тото место останува непроменета.

Правило 2:

Доколку исфрлената цифра на $(n+1)$ - то место е поголема од бројот 5, цифрата на n - тото место се зголемува за еден.

Правило 3:

Доколку исфрлената цифра на $(n+1)$ - то место е еднаква на бројот 5, цифрата на n - тото место останува непроменета ако таа е парен број, а ќе се зголеми за еден ако таа е непарен број.

Правилата важат за броевите кои се во декадниот систем.

Пример: Дадените броеви да се заокружат на четири значајни цифри (две децимали).

22,84134	ќе биде	22,84
55,978	ќе биде	55,98
14,8452	ќе биде	14,84
67,635	ќе биде	67,64

2.2. Контрола на пресметување со деветичен остаток

Секогаш кога се вршат операции со пресметување (собирање, одземање, множење и делење) во декадниот систем на броеви, се води сметка 10 единици од пониската класа да дадат една единица од повисоката класа и обратно. Освен декадниот систем на броеви се користат и други системи во кои основа е, на пр., бројот 2 (*дуален систем*), бројот 6 (*секстален систем*), бројот 9 (*деветичен систем*).

Бројот во деветичниот систем има 9 единици. 9 единици од пониска класа прават една единица од повисока класа и обратно.

Деветичен остаток е, всушност, остаток од бројот по делењето со 9.

Според операцијата делење, секој број е делив со 9 ако збирот на неговите цифри е делив со 9. Ова правило овозможува лесно и брзо одредување на деветичен остаток.

Деветичниот остаток се добива кога од збир на цифрите на еден број ќе се одбие производот $n \times 9$.

Пример: Да се одреди деветичниот остаток на бројот 375604,22.

За одредување на деветичниот остаток потребно е да се направи комбинација на цифри чиј збир е еднаков на девет. Она што останува е деветичен остаток. Во случајов остатокот е 2. Тоа се запишува на следниот начин:

$$375604,22_2$$

Деветичниот остаток во геодетските пресметувања се користи за брза контрола на сите четири сметачки операции според одредени правила.

Контрола на собирање:

Деветичниот остаток на збирот на повеќе броеви е еднаков на збирот на нивните деветични остатоци.

Пример:

$$\begin{array}{r} 56\,373,21_0 \\ 78\,902,16_6 \\ + 42\,731,28_0 \\ \hline 178\,006,65_6 \end{array} \quad \text{контрола : } (0+6+0=6)$$

Контрола на одземање:

Деветичниот остаток на разлика е еднаков на разликата на деветичните остатоци на броевите кои се одземаат.

Пример:

$$\begin{array}{r} 36\,598,11_6 \\ - 28\,806,42_3 \\ \hline 7\,791,69_3 \end{array} \quad \text{контрола : } (6 - 3 = 3)$$

$$\begin{array}{r} 51\,898,61_2 \\ - 48\,753,25_7 \\ \hline 3\,145,36_4 \end{array} \quad \text{контрола : } \{(2 + 9) - 7 = 4\}$$

Напомена: Ако деветичниот остаток на помаленикот е помал од деветичниот остаток на помалителот, на деветичниот остаток на помаленикот му се додава 9, па потоа се наоѓа потребната разлика.

Контрола на множење:

Деветичниот остаток на производ е еднаков на деветичниот остаток на производот на деветичните остатоци.

Пример:

$$736_7 \times 12_3 = 8832_3 \quad \text{контрола : } (7 \times 3 = 21) \\ \text{деветичен за } 21 \text{ е } 3.$$

2.3. Претворање на аголни вредности од стара во нова поделба

Да се потсетиме:

1. Кои аголни единици ти се познати?
2. Поврзи која аголна единица на која поделба ѝ припаѓа.
3. Запиши ги вредностите на аголните единици во сите поделби.

Во секојдневната практика постојат случаи кога мерењето на агли се врши со инструменти кои имаат градусна поделба. Кај нас најчесто за понатамошна обработка на податоците е потребно да се користат степени. Затоа многу често се јавува потреба од претворање на аглите од една мерна единица во друга.

Задача за повторување:

Веќе ги познаваш релациите и начините кои се користат за претворање на едни аголни единици во други. Потсети се и реши ги примерите од работниот лист 2.3.

2.4. Користење на програмската апликација Excel

Традиционалниот начин на евидентирање и обработка на мерените податоци во последно време сè поинтензивно се заменува со автоматска компјутерска обработка.

Како и во многу други области на општественото живеење, така и во геодезијата „погледот кон иднината“ дефинитивно веќе не е можен ако не е во директна врска со компјутерската технологија.

Со следните неколку вежби и наставни содржини учениците ќе имаат можност да ги искористат своите знаења од компјутерската технологија за решавање на практични примери од геодезијата.

Подготовка: За успешно извршување на оваа вежба потребно е секој ученик пред себе да има компјутер со програмска апликација Excel.

2.4.1. Терминологи, дефиниции и начин на користење

Следните дефиниции се неопходни за правилно да се сфатат основните начини на креирање на формули и функции во апликацијата Excel.

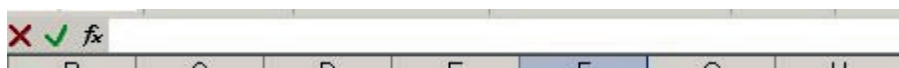
Дефиниција за формула:

Формулата ќе ви овозможи да пресметате и анализирате податоци во вашиот работен лист. Тие извршуваат пресметувања како што се собирање, одземање, множење или, пак, комбинирање на повеќе вредности.

Правопис за формули:

Правописот за формули е структура или редослед на елементите кои треба да се содржани во формулата. Сите формули во Excel започнуваат со знакот „еднакво“ (=), а потоа се внесуваат податоците кои треба да се пресметаат, како и операторите.

Линија за формули (formula bar): е подрачјето кое се користи за внесување или уредување на формулата. За да се прикаже или сокрие оваа линија, притиснете со глумчето на **Formula Bar** во менито **View**.



Слика 4: Линија за формули во Excel

Дефиниција за функција: Функција во Excel е вградена формула која извршува математичка операција. Како и секоја креирана формула во Excel, така и секоја функција започнува со еднакво (=).

Правопис за функции: Овој правопис започнува со името на функцијата (function name), пропратено со отворање на заграда, аргументи на функцијата одвоени со запирки и затворање на заградата.

Пример: = SUM (D2:F8)

Името на функцијата е "SUM" или (собери), а аргумент за функцијата е опсегот (range) "D2:F8".

Оператори: се математички симболи поделени во четири категории.

Табела 1: Аритметички оператори во Excel


Аритметички оператори од тастатурата	Објаснување	Пример
+	собирање	2+3
*	множење (Multiplication), одземање (Subtraction)	7*3 5-1
/	делење (Division)	7/2
^ %	степенување; процент (Exponentiation Percent)	7^2 90%
споредување (Comparison) = > < >=	еднакво со (Equal to); поголемо од (Greater than); помало од (Less than); поголемо или еднакво од (Greater than or equal to)	B1=D1; B1>D1; B1<D1; B1>=D1
& <= <> текст (Text)	спојува текст или ќелии (cell references); помало или еднакво од (Less than or equal to) не е еднакво со (Not equal to)	"Scott" & "Hi" "Scott Hi" B1<=D1 B1<>D1
: референца (Reference)	вклучува ќелии во колона или ред, помеѓу означените ограничувања	B3 : B20


Редослед на операторите:

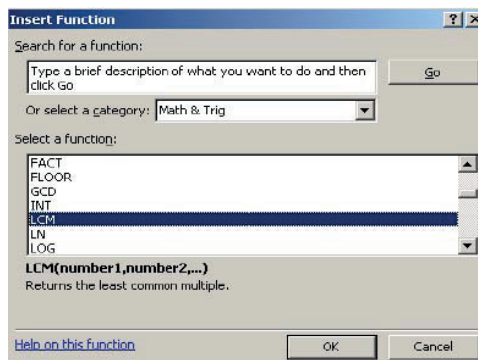
Со користење на редослед на предност или приоритет, формулите се пресметуваат од лево кон десно, заградите имаат висок редослед на предност, односно прво се пресметува тоа што е во заградата. Excel ги извршува операциите според редоследот прикажан во следната табела.

Табела 2: Приоритет на операции во Excel

Аритметика (Arithmetic)	Приоритет на оператори (Operator Precedence)	Пример
1	%	процент (Percent)
2	^	степенување (Exponentiation)
3	*, /	множење (Multiplication), делење (Division)
4	+, -	собирање(Addition), одземање(Subtraction)
5	&	свзник “&” (Ampersand)
6	>, >=, <, <=, =, <>	Поредување (Comparisons)

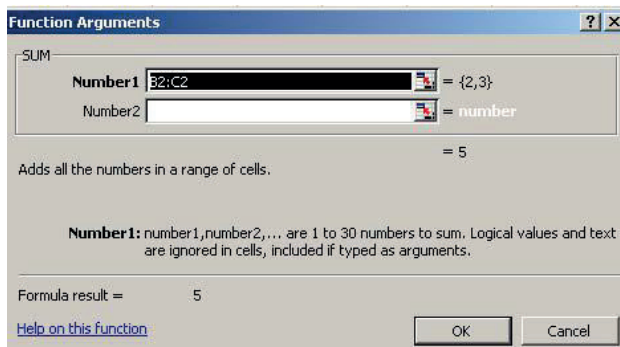
Волшебник за функции:  е направен за да овозможи полесно приоѓање кон потребните аргументи и описи за различни функции во Excel.

1. Селектирајте ќелија во која треба да биде прикажан резултатот од мерењето.
2. Притиснете на  и одберете функција Function од менито за внесување Insert .
3. Одберете функција и ќе се појави опис за истата и начин на користење.



Слика 5: Избор на функција во Excel

4. Следниот прозорец ќе ви овозможи да одберете ќелии кои ги содржат аргументите.



Слика 6: Избор на аргументи во Excel

5. Со **OK** ја активирате функцијата и добивате резултат.

2.4.2. Грешки во формулите

Кога нешто ја спречува формулата да го заврши пресметувањето, наместо резултат ќе добиете порака за можна грешка. Научете да ја препознаете грешката преку следната табела:

Табела 3: Можни грешки во Excel

Грешка	Значење	Како да се поправи
####	Колоната е премногу тесна за да го покаже резултатот	Прошири ја колоната
#VALUE	Погрешен аргумент	Проверете го аргументот
#DIV/0!	Внесено е делење на податокот со нула	Изменете ја вредноста така што формулата нема да дели со нула
#NAME?	Формулата се повикува на неважечко име	Уверете се дали името сè уште постои или е погрешно запишано
#REF!	Excel не може да го пронајде местото каде е запишан податокот (на пример, избришана ќелија)	Користете Undo,
#NULL	Се бара пресек на две области кои не може да се сечат	Проверете го внесувањето на податоците

2.5. Претворање на агли и користење на тригонометриски функции во Excel

Кога решаваме тригонометриски изрази како што се синус, косинус и тангенс, многу е важно да се знае дека **Excel користи радијани, а не степени за вршење на овие пресметки**. Ако аголот е во степени, најпрво мора да го претвориме во радијани.

Постојат два начини да се направи ова.

Да се потсетиме дека $\pi = 180^\circ$. Затоа, ако аголот е во степени, се множи со $\pi/180^\circ$ за да се претвори во радијани. Со Excel ова претворање може да биде напишано како **PI()/180**.

На пример:

За претворање на 45° во радијани, изразот во Excel ќе биде запишан како **45*PI()/180**, што е еднакво 0,7854 радијани.

Excel има функција, позната како **RADIANS (агол)**, каде што агол е аголот во степени кој сакате да се претвори во радијани.

На пример:

Excel изразот кој се користи за претворање на 270° во радијани ќе биде **RADIANS(270)**, што е еднакво на 4,712389 радијани.

Може да користите и функција **DEGREES (во радијани)** за да претворите агол од радијани во степени.

На пример:

Excel изразот кој се користи за претворање на π од радијани во степени ќе биде **DEGREES(PI())**, што е еднакво на 180° .

Excel користи неколку вградени тригонометриски функции. Оние кои најчесто се користат се прикажани во табелата подолу. Аргументите за **sin()**, **cos()** и **tan()** функциите се пресметуваат во радијани. Исто така, функциите **ASIN()**, **ACOS()** и **ATAN()** како повратни вредности се повторно во радијани.

(Кога се работи со степени, ќе треба правилно да се користат функциите **DEGREES()** и **RADIANS()** за претворањето да биде правилно.)

Табела 4: Тригонометриски функции кои најчесто се користат

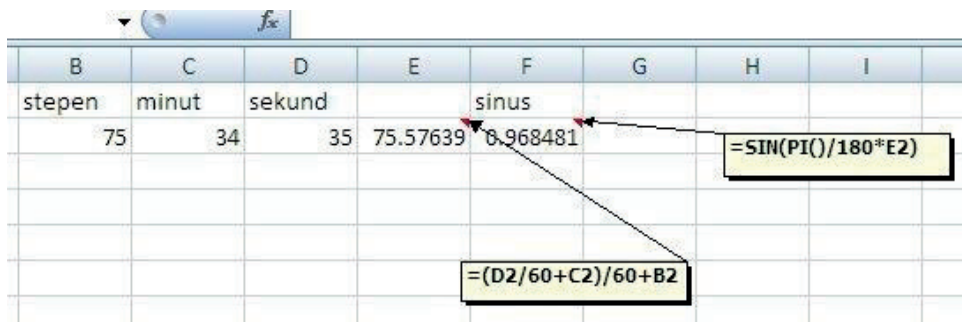
Математички израз	Израз во Excel	Пример во Excel
(Синус) sin(α)	SIN (број)	SIN(30) = -0.98803, синус од 30 радијани SIN(RADIANS(30)) = 0.5, синус од 30°
(Косинус) cos(α)	COS (број)	COS(1.5) = 0.07074, косинус од 1.5 радијани COS(RADIANS(1.5)) = 0.99966, косинус од 1.5°
(Тангенс) tan(α)	TAN (број)	TAN(2) = -2.18504, тангенс од 2 радијани TAN(RADIANS(2)) = 0.03492, тангенс од 2°
(Аркуссинус) sin ⁻¹ (x)	ASIN (број)	ASIN(0.5) = 0.523599 радијани DEGREES(ASIN(0.5)) = 30°, од 0.5
(Аркускосинус) cos ⁻¹ (x)	ACOS (број)	ACOS(-0.5) = 2.09440 радијани DEGREES(ACOS(-0.5)) = 120°, од -0.5
(Аркустангенс) tan ⁻¹ (x)	ATAN (број)	ATAN(1) = 0.785398 радијани DEGREES(ATAN(1)) = 45°, од 1

Самостојна вежба:

Подготовка: за успешно извршување на оваа вежба потребно е секој ученик пред себе да има компјутер со програмска апликација Excel.

Тек на вежбата:

- Разгледај го примерот претставен на слика 7.
 - Користејќи ги своите познавања од апликацијата Excel потруди се постапно да поминеш низ следниве три зададени активности.
1. Начин на внесување на агол во стара мерка.
 2. Претворање на агол од стара мерка во радијани.
 3. Пресметување на синус на истиот агол.



Слика 7: Работа со агли во Excel

ГЛАВА 3

Во овој дел од учебникот ќе стане збор за некои видови на современи геодетски инструменти карактеристични за времето во кое живееме. Ќе се обрне внимание на нивната структура, начинот на користење и точноста која може да ја обезбедат. При совладувањето на овој дел од наставните содржини неизбежно е користење на тотална станица, понатаму (ТС). Потребно е секој ученик, во соработка со наставникот, да се оспособи за практично применување на тоталната станица. Би било од голема корист и за учениците и за наставникот секоја од практичните вежби да се внесува во дневникот за работа (*примери за ученички дневник се дадени во прилог 3.0*).

3. Примена на современи геодетски инструменти

Со брзиот развој на современата електронска мерна техника паралелно се развиваа и осовременуваа и геодетските мерните инструменти. Така, денес располагаме со голем број современи геодетски инструменти кои се совршено прилагодени на точноста, економичноста и функционалноста на денешните потреби во геодетските мерења. Овие инструменти имаат конструкции и карактеристики кои овозможуваат изведување голем број најразлични функции за многу кратко време.

Ако со геодетски мерења од една станица на инструментот може да се одредат две димензии за една точка, станува збор за одредување на координати во 2Д систем (во рамнина). За одредување на просторната положба на точките потребна е и трета димензија, па станува збор за одредување на координати во 3Д систем. Инструментите со кои се одредува тродимензионална положба на опсервираните точки, а истовремено се забрзува и текот на мерењето, се нарекуваат тахиметри. Кон крајот на 19-тиот век, развиени се оптички тахиметри кои во тоа време значително го унапредиле и осовремениле геодетското мерење. Кон крајот на 60-тите години од 20-тиот век оптичките биле заменети со поусовршени електронски тахиметри.

Геодетските мерни инструменти постојано го следат развојот на науката и техниката. Паралелно со развојот на компјутерската технологија, програмската поддршка (software) и електронските инструменти за цртање, создадени се услови за непрекинат автоматски тек на податоците, од мерењето на терен до конечните резултати во аналогна и дигитална форма.

Електронските тахиметри се геодетски инструменти со електронско отчитување на хоризонталниот и вертикалниот лимб, електрооптичко мерење на должини и автоматска регистрација на мерените податоци. Посебно значење во нивниот развој имала примената на автоматска регистрација на податоците, воведувањето на микропроцесори во инструментите, автоматизацијата на комплетниот процес на мерење со соодветна програмска поддршка. Заради големиот број на операции

кои може да ги извршуваат од една станица, електронските тахиметри се наречени **тотални станици** (total station).

Во последно време како најнов тренд на техниката применета во геодетските мерни инструменти е поставувањето на GPS апарати на самите тотални станици. Во геодетската практика овие инструменти кои се комбинација од тотална станица и GPS се познати како **Smart Station**.



Слика 8. Тотална станица



Слика 9. Комбинација на тотална станица и GPS апарат

3.1. Тотална станица

Тоталната станица претставува геодетски електронски мерен инструмент кој е конструиран да врши должински и аголни мерења и како резултат на математичка комбинација од нив се добиваат 3Д координати на детални точки и други геометриски и атрибутни информации. Важна карактеристика на овие инструменти е нивната можност за програмирање на одредени методи за мерење, можност за внесување на потребните податоци и меморирање на податоците од мерењето. Примената на тоталните станици при геодетските снимања претставува чекор напред во автоматизацијата на постапката, бидејќи овозможува дигитално регистрирање на податоците и нивно пренесување во компјутер.

Тотални станици денес произведуваат различни производители на геодетски инструменти. Тие се разликуваат по својот изглед, оптиката и електрониката која ја користат, начинот на работа (внесувањето на податоците, работата со тастатурата и др.), но во основа може да се каже дека сите имаат неколку основни системи на функционирање:

- систем за мерење на агли;
- систем за мерење на должини;
- систем за програмирање;

- систем за меморирање;
- извор на електронска енергија;
- LCD екран.

Карактеристиките на геодетскиот инструмент детално се опишани од страна на производителот. Спецификациите (мануалите) за геодетските инструменти ги содржат податоците за можностите и техничките карактеристики, презентирани преку точноста на мерењето на агли, должини, начинот на евидентирање на дополнителни информации, начинот на корекции на мерените вличини за низа фактори како што се 2C, 2VV, за атмосферските влијанија...Техничките карактеристики на тоталните станици често се менуваат при нивната постојана и долгогодишна употреба, па затоа тие треба да бидат благовремено контролирани, со што ќе се обезбедат реални податоци за состојбата на инструментите.

Ако се анализираат точноста, можностите и карактеристиките, односно функционалноста на тоталните станици може да се направи нивна поделба во неколку групи:

- едноставни ТС;
- стандардни ТС;
- универзални ТС;
- прецизни ТС.

Едноставните ТС се геодетски инструменти кои се користат за локални геодетски активности (евидентирање на детал – снимање, исколчување...) со помала точност. За разлика од едноставните, **стандардните ТС** се поточни, имаат вграден покомплексен софтвер за примена на терен, покомплексни тастатури и поголеми екрани поставени и во двете положби на дурбинот, како и повеќе прибор.

Универзалните ТС се моторизирани тахиметри со сензори. Тие, во принцип, и не обезбедуваат поголема точност од стандардните, но работат автоматски, па теренските геодетски мерења се извршуваат многу побргу и со помалку фигуранти. Освен тоа, имаат можност и за мерење на подвижни цели. Важна карактеристика им се вградените мотори кои овозможуваат делумно или целосно автоматизиран процес на мерење.

Прецизните ТС се конструирани, како што кажува и нивното име, за извршување на прецизни геодетски мерења.

Без разлика на тоа кој е производителот на тоталната станица, какви се нејзината точност, прецизност или начин на работа, потребно е таа да има вграден софтвер со кој ќе врши евиденција на мерените податоци во основна датотека на мерените податоци која, пак, понатаму ќе се користи за математичка обработка и како резултат на тоа и формирање на други датотеки, како што најчесто во краен облик се појавува формата n, Y, X, H (број и координати на точка).

Практична задача:

(потребен прибор: тотална станица, ногари)

1. Запознај се со видот на ТС која ја имате во училиштето.

3.2. Конструкција на тотална станица

Модерните тотални станици се составени од оптички, механички и електронски делови. Со инструментот управуваат еден или повеќе микропроцесори, кои извршуваат најразлични функции и управуваат со мерењето и обработката на резултатите од мерењето.

Микропроцесорот овозможува изведување на различни математички операции како:

- пресметување на средна вредност на мерениот агол или должина според однапред дефиниран број на мерења;
- одредување на висински разлики и висини на точки;
- одредување на координати на непознати точки;
- одредување на површини на фигури;
- пресметување на поправки за атмосферски влијанија и др.

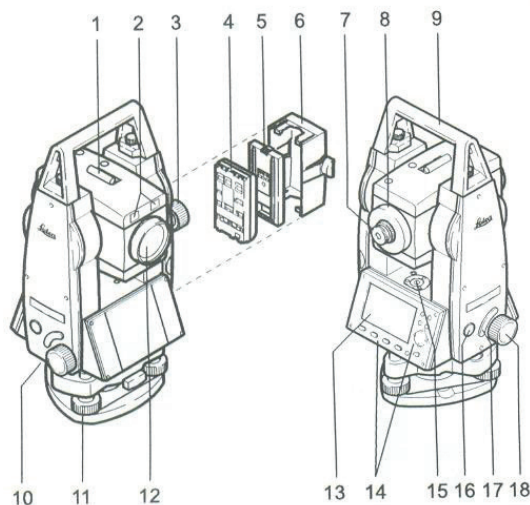
Постојат сензори во инструментот со кои се одредуваат геодетските величини:

- хоризонтален агол (Hz);
- вертикален агол (V);
- коса должина (d').

Тие се состојат од фотодиоди, луминисцентни диоди, фазен мерач.

Во овој дел ќе бидат опишани основните делови на тоталните станици преку конструкцијата на тоталната станица *Leica TPS 407*.

1. оптички нишан
2. сигнал кој се активира при мерење со ласерски зрак
3. вертикални винтови
4. батерија
5. куќиште за батеријата
6. заштита за батеријата
7. окулар и прстен за фокусирање
8. винт за фокусирање
9. рачка за носење на инструментот
10. интерфејс
11. положбени винтови
12. објектив
13. екран
14. тастатура
15. центрична либела
16. On/OFF
17. Trigger типка
18. Хоризонтален винт



Слика 10. Основни делови на ТС

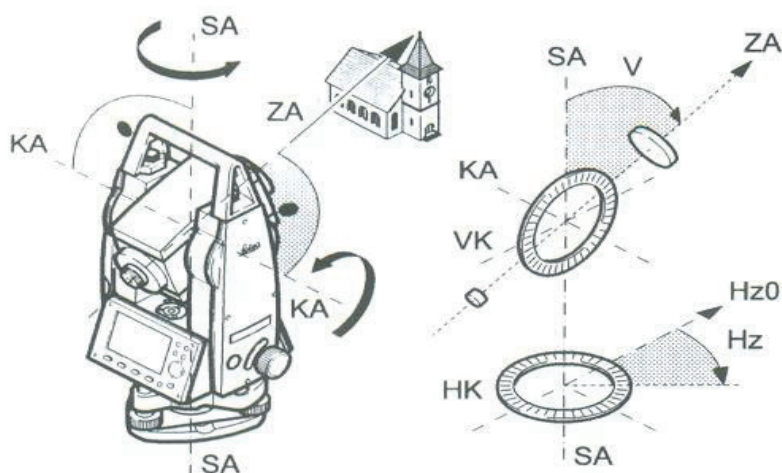
Сите излезни податоци од мерењето, менито на тоталната станица, како и внесувањето на податоците при мерењето се прикажува на LCD екранот. Екранот прима одреден број карактери по линии. Внесувањето на податоците и листањето на менито се врши со тастатурата која е поврзана со екранот.

Практична задача:

(потребен прибор: тотална станица, ногари)

1. Препознај ги составните делови на ТС која ја имате во училиштето.

3.3. Технички термини и кратенки кои се карактеристични за инструментот



Слика 11. Приказ на кратенките на техничките термини кај инструментот

Како и класичните геодетски инструменти, и ТС има свои оски:

- ZA- колимациона оска (линија на визура);
- SA- вертикална оска (алхидадина оска);
- КА- оска на ротација на дурбинот;
- V - вертикален агол;
- VK – вертикален лимб со кодирана кружна поделба;
- Hz - хоризонтална оска;
- НК- хоризонтален лимб со кодирана кружна поделба.

Практична задача:

(потребен прибор: тотална станица, ногари)

1. Идентификувај ја поставеноста на оските кај ТС која ја имате во училиштето.

3.4. Прибор за работа со тотална станица

Секој геодетски инструмент, па и тоталната станица за непречено користење мора да има соодветен прибор за мерење. Приборот за мерење, заедно со тоталната станица, е конструиран и прилагоден на потребите на инструментот од страна на самиот производител.

Во неизбежните делови од овој прибор ќе бидат споменати следните:



Слика 12. Прибор за работа со тотална станица

Тука уште може да се споменат:

- резервна батерија;
- кабел за поврзување со компјутер;
- адаптер и др.

Практична задача:

(потребен прибор: целокупниот прибор за работа на ТС)

1. Препознај ги деловите од приборот за работа.
2. опиши го и именувај го секој од нив.
3. Демонстрирај го начинот на користење на секој од нив.
4. Побарај од наставникот да демонстрира начин на стартување на ТС и користење на тастатурата и менито на истата, визирање на призма.
5. Повтори ја постапката.
6. Потполни го дневникот за работа (понуден образец во работните листови 3.4)

3.5. Испитување и ректификација

Испитувањето и ректификацијата на геодетските инструменти се задолжителни постапки со кои се утврдува работната состојба на инструментите и се осигурува веродостојноста на податоците од мерењето, без разлика за каков вид на инструмент станува збор.

Кај современите инструменти испитувањето на дел од условите е овозможено со софтверско решение познато како калибрација (calibrations).

Овој дел најчесто ги содржи контролите за:

- Hz- collimacion - хоризонталната колимација на инструментот;
- V- index - позицијата на вертикалниот индекс за очитување.

Првата контрола се однесува на испитување на условот за нормалност меѓу визурата и оската на ротација на дурбинот, а втората за испитување на положбата на индексот за очитување на вертикални агли.

Активирањето на постапката “Calibrations” зависи од видот на инструментот, но секако најнапред треба да се отвори “MENU”, па потоа да се побара соодветното подмени. Откако е активирана калибрацијата, се пристапува кон мерење на агли во две положби на дурбинот. Притоа се взира на призма која е поставена на точка оддалечена околу 100 m од инструментот. Податоците од мерењето автоматски се регистрираат и споредуваат, со што е завршено испитувањето. Во случај на недостатоци, на екранот ќе се појават пораки кои укажуваат на видот на грешката.

Практична задача:

(потребен прибор: тотална станица, ногари, призма со држач за призма)

1. Потсети се кои услови треба да ги исполнат инструментите за мерење на агли.
2. Постави ја ТС на ногари, хоризонтирај ја и стартувај ја.
3. Дојди до менито за калибрација.
4. Со помош на наставникот направи испитување на условите.

3.6. Мерење на агли со тотална станица

При мерењето на правци, односно агли (аголот е разлика меѓу мерените правци) со тотална станица, операторот взира на точката, а регистрацијата на резултатот од мерењето се врши електронски. Мерењето на аголни величини со ТС се врши преку оптички систем кој во моментот на взирањето кон визурната точка, светлосниот сноп на зраци го доведува на просирен стаклен лимб. Дел од светлосниот сноп, поминува низ просирниот лимб, паѓа на фотодиодата, која примената светлина ја претвора во електрични импулси. Овие импулси ги регистрира посебен бројач и ги претставува на екранот.

За време на дигиталниот проток на податоци, речиси и да нема груби грешки. Ако поради поголема точност се опсервираат правци во повеќе гируси, постои можност автоматски да се измени вредноста на почетниот правец.

3.7. Мерење на должини со тотална станица

Електрооптичкото мерење на должини со ТС се изведува на фазен или фреквентен начин. Во двата случаи се мери времето кое му е потребно на мерниот сигнал двапати (напред, назад) да го помине патот од инструментот до мерната маркица. Тоталната станица е во точка А, треба да се измери должината од точка А до точка В каде е поставена мерната маркица (призма, рефлектор). ТС непрекинато емитува електромагнетни бранови кои го поминуваат растојанието до точката В, се одбиваат од мерната маркица и повторно се враќаат во точката А, поточно во приемникот кој е составен дел на инструментот.

Основна формула за пресметување на должината меѓу точките А и В е:

$$S = \frac{V * \Delta t}{2} \tag{3.1}$$

каде што:

- V – брзина на движење на електромагнетниот бран;
- Δt - временски интервал меѓу емитувањето и приемот на сигналот.

Времето се мери индиректно преку фазна разлика. Измерената фазна разлика се претвора во електрични сигнали кои се пренесуваат на екранот, каде директно се отчитува мерената должина. Тоталната станица, зависно од наредбата која ќе биде активирана, може да даде податок за косата и за хоризонталната должина меѓу две точки.

За да се обезбедат високо прецизни резултати, потребно да се направи добро центрирање на инструментот и сигналот. Грешката на центрирање се редуцира со помош на уредот за присилно центрирање.

Мерењето на должини се изведува во неколку мерни низи со одреден број на повторувања во секој низ. Потребно е да се измерат и метеоролошките податоци: притисок, температура и влажност на воздухот. Должината, веќе рековме, се мери обострано и потребно е да се користи иста комбинација на инструмент и призма. По поправките на должината за атмосферските влијанија и редуkcијата на хоризонт, обостраните мерења не би смееле да се разликуваат за повеќе од 0,002 m.

Практична задача:

(потребен прибор: тотална станица, ногари, призма со држач за призма)

1. Направи шематски приказ за начинот на мерење на ТС (електронски далечиномер).
2. Постави ја ТС на ногари, хоризонтирај ја и стартувај ја.

3. Направи подесување за мерење на агли и должини, со помош на наставникот.
4. Совладај ја постапката на мерење на агли и должини.
5. Побарај од наставникот да демонстрира постапка на автоматско регистрирање на мерените податоци.
6. Повтори ја постапката.
7. Потполни го дневникот за работа.

3.8. Точност на мерењето со тотална станица

Тоталните станици овозможуваат висока точност при мерењето на агли и должини. Стандардните отстапувања при мерењето на правци се движат од 0“,49 до 6“,48. За должинските мерења, кај ТС кои мерат должини до 5000 m, точноста е во граница $\pm (2 \text{ mm} + 2 \text{ ppm} * \text{km})$.

3.9. Програми во тоталната станица

Мора да се нагласи дека основните величини кои ги мери тоталната станица се агли (хоризонтални и вертикални) и должини. Секој поинаков податок кој може да се добие при работа со тотална станица е добиен како резултат на пресметувања кои ги врши тоталната станица со помош на програми кои се инсталирани во неа.

Во инструментите се инсталирани следните програми (Leica TC600)

- внесување на координати на станична точка;
- ориентација на хоризонтален лимб;
- исколчување;
- должина меѓу две точки;
- координати на целната точка;
- пренос на податоци од инструментот во компјутер и др.

Програми кои овозможуваат работа со координати: (Trimble 3303/3305)

- пресек напред;
- пресек назад;
- поларно одредување на точки;
- исколчување (обележување).

Во апликациите за мерења што ги има ТС, во крајниот резултат кој се презентира на екранот, земени се предвид и поправките од рефракција и од закривеноста на Земјата.

Податоците кои се добиваат од мерењето се снимаат во фајлови од меморијата на ТС. Некои тотални станици имаат можност во својата меморија да запишат и до 10 000 точки.

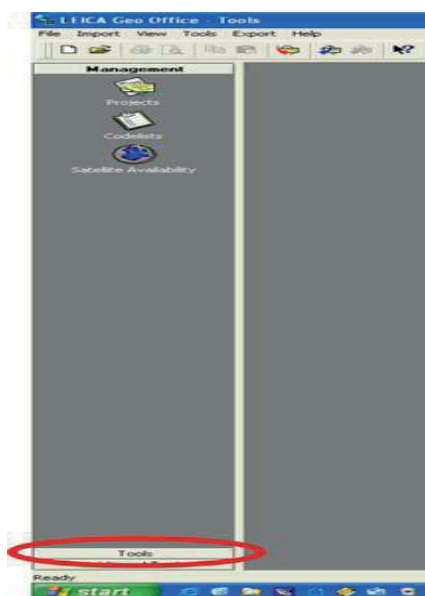
Овие податоци може да се пренесат во компјутер за понатамошна обработка. Приемот на податоци од тоталната станица во компјутер се врши со соодветен софтвер кој произведувачот го нуди заедно со инструментот.

3.10. Пренос на податоци од тотална станица во компјутер

Податоците кои во постапката на мерење се меморирани во внатрешната меморија на тоталната станица може да бидат пренесени директно во компјутер кој содржи софтвер за прифаќање на истите.

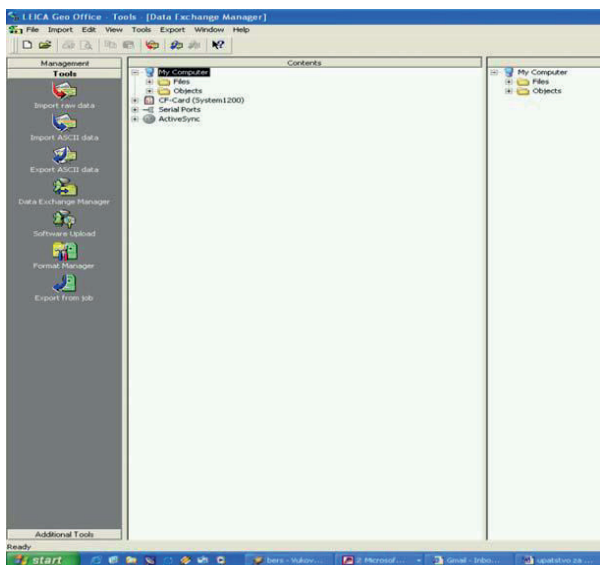
На компјутерот се вклучува софтверот за пренос на податоци кој е соодветен на инструментот (во случајов **Leica Geo Office - Tools**).

Инструментот се приклучува на кабелот за празнење и кабелот се поврзува на USB порт на компјутерот.



Слика 13. Влез во Leica Geo Office Tools

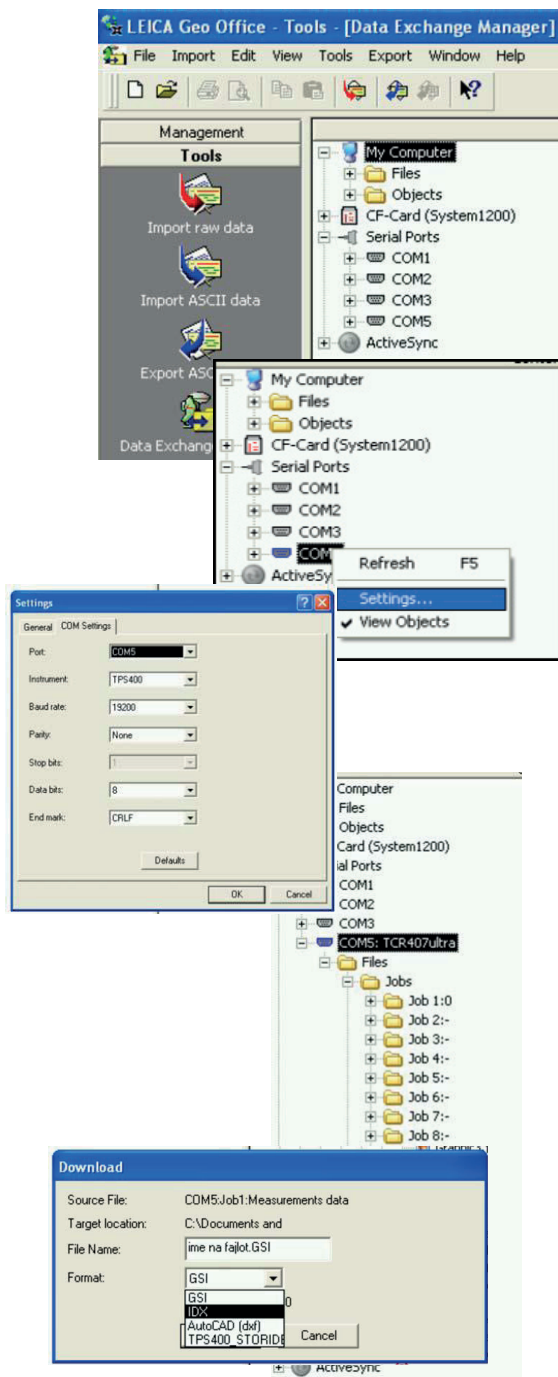
1. Во софтверот **Leica Geo Office Tools** на компјутерот лево долу се одбира копчето **Tools**.



Слика 14. Влез во Data Exchange Manager

2. Од лева страна во прозорецот на софтверот Leica Geo Office одбираме **Data Exchange Manager**.

3. Кога сме избрале **Data Exchange Manager** се отвора прозорец поделен на два дела: лево се податоците од инструментот, десно податоците на компјутерот.



4. На левата страна, за да пристапиме до податоците во инструментот **отвораме Serial ports**.

- Се отвораат портовите COM 1, COM 2, COM 3, и други во зависност колку портови има компјутерот на кој сме се вклучиле.

- Инструментот секогаш се појавува на последниот порт (во примерот COM 5).

5. Го селектираме COM 5 и притискаме десен клик на глумчето да се појави менито **Settings**.

6. Во **Settings** бираме **COM Settings** и поставуваме тип на инструмент. Потврдуваме со OK.

7. Го отвораме COM 5;

- потоа Files од инструментот;

- па следи Jobs од инструментот

- го селектираме оној Job што ни е потребен и со десен клик на глумчето правиме Copy.

- На десната страна од прозорецот бираме каде ќе ги снимаме податоците и во одбраниот селектиран фолдер со десен клик правиме **Paste**.

8. Се појавува прозорец **Download** во кој треба да го именуваме фајлот што го пренесуваме и да го одбереме форматот.

Пишуваме име на фајлот во текст боксот **File name** и бираме формат со стрелката во боксот **Format**.

Понудени се четири формати, GSI, IDX, AutoCAD dxf и TPS400 тахиметарски.

- Откако се направени овие чекори, го притискаме копчето **Start** најдолу на отворениот прозорец и чекаме да се префрлат податоците.

Слика 15. Постапка на пренос на податоци од ТС во компјутер

Со оваа постапка преносот на податоци е завршен.

Препорачливо е инструментот да се испразни во сите четири формати со иста постапка Copy-Paste.

Податоците кои се пренесени во компјутерот може да се претстават табеларно и да се снимат како txt фалјови, да се копираат и спуштат во Excel или да се користат во други поинакви записи зависно од потребата.

Практична задача:

(потребен прибор: ТС, компјутер)

1. Поврзи ги компјутерот и ТС со соодветен кабел за пренос на податоци.
2. Примени ја постапката на пренос на податоци, со помош на наставникот.
3. Направи табела во Excel со податоците од мерењето.

ГЛАВА 4

Во овој дел од учебникот е направена паралела помеѓу основните карактеристики, постапките на рекогносцирање, начините на мерење и обработка на податоците во полигонската и полигонометриската мрежа.

Имајќи предвид дека голем дел од карактеристиките на полигонската мрежа се изучуваат детално по предметот геодезија со геодетски подлоги во претходната година од образованието, дел од нив ќе бидат споменати заради поврзување. Во оваа и во наредната глава од учебникот ќе стане збор за сите мерења и пресметувања во полигонската мрежа, за анализата на податоци од мерењата и за начинот на изработка на елаборатот на полигонската мрежа.

Учениците имаат можност подетално да се запознаат со карактеристиките на полигонометриската мрежа и да направат споредување со сето она што го знаат за полигонската мрежа. Карактеристиките на полигонометриската мрежа кои се запишани во учебникот делумно се преземени од Правилникот за основни геодетски работи.

Постапките на рекогносцирање учениците треба да ги реализираат во предвидените теренски вежби, со работа во групи.

Сите мерења во полигонометрискиот влак, кој самостојно ќе го рекогносцираат и стабилизираат, учениците треба да ги извршат на повеќе начини, со што ќе обезбедат податоци за анализа и оцена на точноста на мерењата. Регистрирањето на податоците ќе биде во записници и автоматско.

Секоја група задолжително треба да изготви геодетски елаборат со сите потребни записници од реализираните теренски вежби.

Наставниците во овој дел имаат можност да ги оценат учениците за извршување на теренските геодетски работи (оспособеност за мерење на должини, агли и висински разлики, на класичен и современ начин), за работа во група (правилна поделба на активностите, соработка во групата), снаоѓање во теренска ситуација (во постапката на рекогносцирање), начин на водење на записник (од рекогносцирањето и мерењето) и, дефинитивно, оцена за завршениот елаборат. Би било од корист ако на учениците им се зададе рок на завршување на задачата, со што кај нив ќе се развие и чувството за одговорност.

4.1. Вовед

Како што е споменувано многупати досега, изведувањето на државниот премер и премерот за посебни намени подразбира најнапред воспоставување на геодетска основа. Геодетската основа за премер претставува збир од трајно стабилизирани геодетски точки на терен. Овие точки со својот просторен распоред треба да овозможат непосредно изведување на премер на земјиштето, детаљот на него и под него.

Поставувањето на геодетска основа подразбира збир на сите геодетски работи кои се потребни за да се одреди положбата на геодетските точки во државниот (или локалниот) координатен систем. Геодетската основа може да се изработи како реконструкција на стара - веќе постоечка, или развивање на нова геодетска мрежа. Нова геодетска основа се изработува ако се утврди дека постоечката мрежа е уништена или е нефункционална (нема доволен број на точки кои се потребни за снимање, нејзината точност несоодветствува со нашите потреби и сл.).

Во согласност со барањата за точност при снимањето, помеѓу точките од тригонометриската мрежа од 4 ред (1 – 4 км) се поставува низа од точки на меѓусебни растојанија од 100 до 500 m, меѓусебно поврзани со агли и должини. Оваа низа на поврзани точки претставува полигонски влак. Повеќе полигонски влаци кои поврзани меѓу себе покриваат дел од една катастарска општина претставуваат полигонска мрежа на соодветната катастарска општина.

Полигонската мрежа има повеќекратна намена и претставува основна геодетска мрежа со помош на која се вршат сите класични геодетски снимања на теренот, како на пример:

- снимање на детаљ за потребите на деталниот премер за катастарот на недвижности;
- снимање на детаљ за урбанистички потреби, за потребите во градежништвото, електро-стопанството, телекомуникациите и др.;
- обележување и пренос на различни објекти од план на терен итн.

Тргувајќи од ова сознание јасно е дека полигонската мрежа, со сите нејзини карактеристики, мора да биде предмет на детално изучување за секој којшто се занимава со геодезија.

4.1.1. Рекогносцирање, стабилизација и опис на полигонски точки

Да се потсетиме:

- **Објасни го поимот рекогносцирање на полигонска точка.**
- **Објасни како го разбираш принципот „од поголемо кон помало“ во контекст на рекогносцирање на полигонската мрежа и поврзи го со класификацијата на полигонската мрежа.**

- *Размисли: што може да влијае на изборот на место за стабилизација на полигонска точка.*
- *Размисли: Од тебе зависи дали полигонска точка ќе стабилизираш во нива ораница или на меѓа. Објасни ги причините „за“ и „против“ при изборот на едно од тие места. Избери и образложи ја конечната одлука.*

Полигонската мрежа најчесто се развива за потребите на премер во една катастарска општина. За поголеми катастарски општини потребно е пред рекогносцирањето да се изработи проект за полигонската мрежа, што не е задолжително кај помалите катастарски општини. Таму рекогносцирањето може да се врши непосредно на терен, влак по влак, водејќи сметка тие да се меѓусебно поврзани.

Проектот на полигонската мрежа се изработува на планови со размер 1:2500, 1:5000 или 1:10 000 во рамките на една катастарска општина. На плановите точките од постоечката тригонометриска (референтна) мрежа се исцртуваат со црвен туш, а новопроектираните точки од полигонската мрежа со црн туш. Проектираните полигонски страни во основната полигонска мрежа се исцртуваат со црн туш, дебелина 0,6 mm, а страните од дополнителните мрежи исто со црн туш, но со дебелина 0,2 mm. Откако ќе се заврши проектирањето на полигонската мрежа, може да се започне со подготовка за рекогносцирање.

Пред започнувањето со рекогносцирање, потребно е да се завршат некои подготвителни работи, како на пример:

- да се разгледа теренот и да се утврди неговата конфигурација (патната и хидрографската мрежа, границите на катастарската општина, густината на детаљот и др.);
- да се пронајдат и сигнализираат тригонометриските точки кои се во близина.

Кај мерењата од локално значење полигонската мрежа може да се развие и на терен на кој нема тригонометриски точки. Тоа е случај на самостојна полигонска мрежа.

При избор на место за поставување на полигонска точка се води сметка за неколку основни правила:

- Влакот да биде **испружен**, односно прекршните агли во влакот да бидат блиски до 180°.
- Должините на полигонските страни да се движат во граници од 50 до 250 m со исклучок до 500 m, а односот на должините на соседните страни да биде околу 1:2 или 1:3.
- Вкупната должина на влакот да не ја преминува максимално дозволената граница (1 – 2,5 km).
- Трајните белеги на точките да не бидат изложени на оштетувања (порозен пат, клизиште, одрон, ораница...).
- Да има услови аглите и должините во влакот што поточно да се измерат.

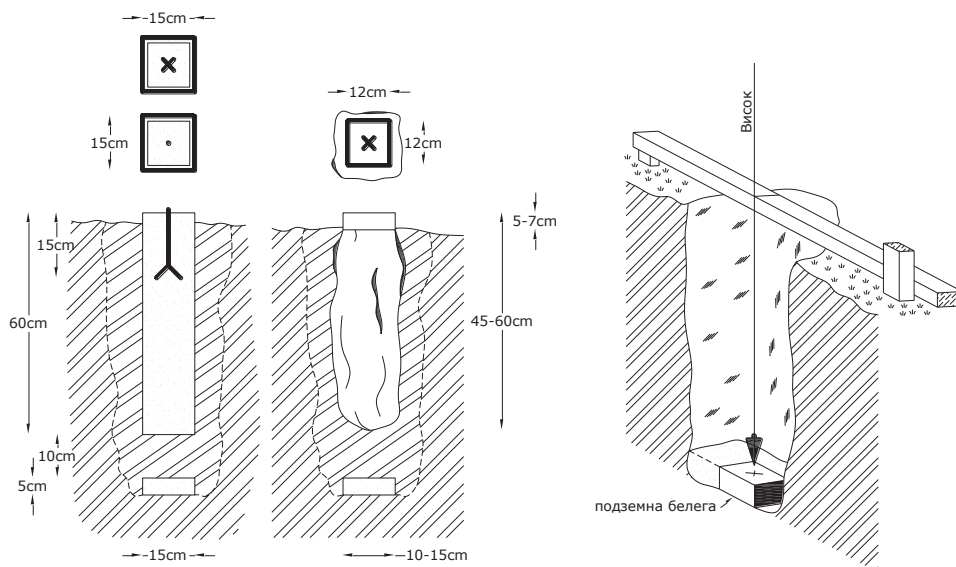
- Да се сними што повеќе детаљ од една полигонска точка.

Полигонската мрежа во која должините се мерат со електронски далечиномери, а аглите со едносекундни теодолити се нарекува **полигонометриска мрежа**. Должините на страните и влаците во полигонометриската мрежа може да бидат подолги, заради можностите кои ги обезбедува мерењето со електронски далечиномери.

По изборот на место на терен се врши стабилизација на полигонските точки. Стабилизацијата на точките може да се изврши со трајни или привремени белеги.

Привремени белеги се користат во случај кога се знае дека по одредени теренски работи белегите ќе бидат уништетни или ако по прибирањето на потребните податоци белегите веќе не се потребни. Како привремени белеги може да се користат дрвени колчиња (на растресито земјиште) или метални болцни (на тврд терен како асфалт или бетон).

Трајните белеги се користат кога се очекува дека белегата ќе се користи долг временски период, дури и повеќе децении. За таа цел се користат белеги од природен камен, армиран бетон, леано железо или керамика. Овие белеги може да бидат составени од два или повеќе делови, од кои едниот дел ќе биде видлив (над површината на земјата), а другиот невидлив (закопан подлабоко) како подземен белег. Најважно при стабизирањето на овие белеги е центарот на подземната и надземната белега да бидат во иста вертикала. За трајни белеги со кои се стабилизираат точки на асфалт или бетон се користат метални леани белеги.



Слика 16: Стабизирана полигонска точка

Сите полигонски точки по стабилизацијата добиваат свој број (во рамките на катастарската општина) и за секоја од нив се земаат одмерувања и опис на положбата. Одмерувањата се земаат од најмалку три стабилни точки (од трајни

објекти), правилно распоредени по хоризонтот и на растојание не поголемо од 50m. Описот на стабилизираната точка се врши во Т.О 27.(Прилог 4.1.1.)

Практична вежба (Рекогносцирање):

Подготовка:

- *Поделба во работни групи од 4-5 ученици.*
- *Групата да донесе одлука во кој дел од теренот во близина на училиштето ќе постави полигонска мрежа.*
- *Разговор во групата за веќе постоечките точки кои може да се искористат за врзување на новиот влак.*
- *Да се запишат донесените одлуки за изборот на точки и да се исцрта приближна скица.*
- *Излегување на терен.*

Теренски активности:

1. *Изврши рекогносцирање на потребниот број полигонски точки во влак кој ќе се потпира на веќе постоечка полигонска мрежа.*
2. *На терен изврши стабизирање на полигонските точки. Изборот на белегата направи го според условите на теренот и важноста на точката.*
3. *Направи опис на стабилизираниите точки во Т.О 27.*
4. *Ако сте во можност сликајте ги стабилизираниите точки од две различни позиции.*

4.2. Карактеристики на полигонометриската мрежа

Полигонометриската мрежа претставува мрежа од геодетски точки развиена во вид на полигонски влаци во кои аглиите и должините на страните се одредуваат со зголемена точност.

Полигонометриската мрежа се дели на три реда.

- Полигонометриската мрежа од прв ред се надоврзува на градската тригонометриска мрежа и претставува основа за работите во градовите, односно урбаните населби.
- Полигонометриската мрежа од втор ред се надоврзува на полигонометриската мрежа од прв ред.
- Полигонометриската мрежа од трет ред се надоврзува на полигонометриската мрежа од втор ред, според теренските услови што се јавуваат во рамките на целата градска полигонометриска мрежа.

Проектот за развивање на полигонометриска мрежа во населените места се изработува на карти во размер 1 : 5 000 или 1 : 10 000.

При проектирањето треба да се задоволат следните критериуми:

- Просечната должина на страните во мрежата од прв ред треба да биде околу 200 m, односно од 100 до 300 m.

- Во мрежите од пониските редови должината на стараните не смее да биде поголема од 300 m.
- Просечната должина на влаците од прв ред треба да биде просечно околу 1200 m, односно од 400 до 2 000 m, додека за мрежите од пониските редови оваа должина не смее да премине 700 m.

Основни правила при проектирање на полигонометриските мрежи:

- Влаците да бидат развлечени (испужени) со што помали прекршувања.
- Страните на влаците да бидат приближно исти при што не би требало да има две двојно поголеми (или помали) соседни страни.
- Развлеченоста на влаците се ограничува со услов, при што се бара да биде задоволен односот: $\frac{[d]}{L} \leq 1.03$

каде што: $[d]$ – вкупен збир на должините на полигонометриските страни во влакот, а L е должината на линијата која ги поврзува почетната и завршната точка во полигонометрскиот влак.

Веќе е спомнато дека мерењата во полигонометриската мрежа се вршат со зголемена точност. Во случај да не може да бидат наполно исполнети условите за мерења со зголемена точност, точноста на мерењето на аглиите и должините се зголемува со вршење на две наполно независни мерења.

Граничните разлики помеѓу резултатите од должинските и аголите мерења за полигонометриската мрежа изнесуваат:

- 4'' (за правци), 1:20 000 (за должини) во мрежата од прв ред;
- 5'',5 (за правци), 1:15 000 (за должини) во мрежата од втор ред;
- 7'' (за правци), 1:10 000 (за должини) во мрежата од трет ред.

Полигонометриските влаци се развиваат според три основни начини:

- според принципот на вметнати влаци;
- според принципот на поединечни јазолни точки;
- според принципот на групни јазолни точки.

Принципот на групни јазолни точки е најдобар начин за развивање на полигонометриската мрежа, бидејќи овозможува хомогеност на мрежата. Оваа хомогеност се постигнува со групното или заедничкото израмнување во мрежата, а со тоа и рамномерно распределување на грешките од мерењето во вид на поправки на мерените величини. Овој вид на развивање е најпогоден кај мрежата од прв ред.

При рекогносцирањето на полигонометриската мрежа од сите редови, полигонометриските точки треба да бидат поставени на места каде што ќе може подолго време на останат нештетени, а истовремено да овозможат од нив да се снимат што поголем дел од теренот.

Стабилизацијата на полигонометриските точки се состои од три дела:

- подземен центар;
- камени или бетонски белези;
- надземен белег, односно железна заштитна капа.

За секоја точка од полигонометриската мрежа треба да се направи опис на положбата во тригонометриски образец бр. 27. Графичкото претставување на местоположбата на точката треба да биде јасно исцртана, читлива, ориентирана кон север. Потребно е да има најмалку три одмерувања од постојани и стабилни објекти. Во исцртувањето потребно е да се користат соодветни топографски знаци, да се наведе точниот датум на стабилизација на истата, името на катастарската општина, бројот на точката и видот на белега со која е стабилизирана. Според правилникот за државен премер, потребно е да се направат и две слики за истата точка од две различни позиции, така што точката ќе биде во средината на сликата и заокружена со црвена боја.

Мерењето на врзните и прекршните агли во полигонометриските мрежи се врши со секунден теодолит. Во полигонометриската мрежа од прв ред агли се мерат во 4 гируси, со средна грешка на мерен поединечен правец помала од $1''$,2. Во мрежата од втор ред агли се мерат во 3 гируси со средна грешка на мерен правец помала од $1''$,5, а во мрежата од трет ред агли се мерат во 2 гируси со средна грешка помала од $1''$,8.

Мерењата на вертикални агли во полигонометриската мрежа се вршат со две секунден теодолит и по гирусна метода. Бројот на гируси и точноста која треба да се постигне, изразена преку средната грешка од мерен правец, се исти како и кај мерењето на хоризонтални агли (и зависат од редот на полигонометриската мрежа). За да се намали можноста од појава на грешки поради надворешни услови, мерењето на хоризонтални агли во полигонометриската мрежа се врши за време на мирни ликови, односно рано наутро до 8 часот и попладне по 17 часот. Мерењето на вертикални агли се врши во временски период од 9 до 16 часот.

При врзување на влаците потребно е да се зема врска на 3 или 5 тригонометриски точки од градската тригонометриска мрежа, а самото мерење на врзните агли се врши по гирусна метода (во некои случаи може да се користи и метода на затворање на хоризонт).

Мерењето на должините помеѓу точките од полигонометриската мрежа се врши со точност еднаква или поголема од $2\text{mm} + 2\text{ppm}$. Должините помеѓу точките се мерат двострано, при што параметрите за „ppm“ се внесуваат во тоталната станица пред почетокот на мерењето на должини.

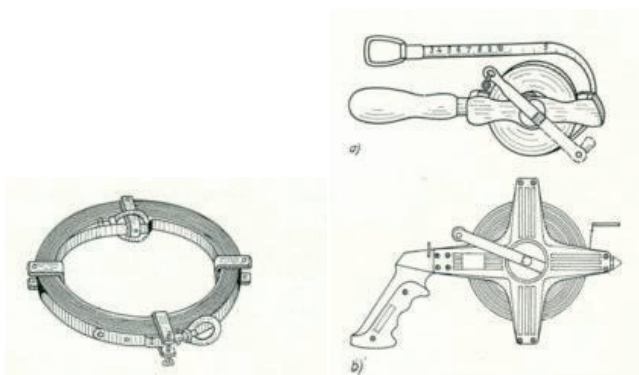
Геодетскиот елаборат на полигонометриската мрежа треба да ги содржи податоците за методите и начинот на извршените мерења, за нивната обработка и постигнатата точност, како и скицата на полигонометриската мрежа со планот за пресметување.

4.3. МЕРЕЊЕ НА ДОЛЖИНИ

Должините на полигонските страни може да се мерат на повеќе начини, зависно од бараната точност на мерењето и приборот со кој се располага. Тие може да се измерат директно или да се одредат индиректно на еден од индиректните начини.

4.3.1 Директно мерење на должини

Кога се зборува за директно мерење најчесто се мисли на мерење со помош на полска или рачна пантлика. Тоа се врши косо по терен во две насоки: „напред“ и „назад“. Податоците од мерењето на должините се запишуваат во Т.О 18. На првата страна од образецот се запишуваат податоците од компарирањето на пантликата.



Слика 17: Полска и рачна пантлика

Да не заборавиме: Номиналната должина (l_n) на пантликата ја дава производителот, а одредена е на температура од 20 °C. Работната должина на пантликата (l_r) се одредува со споредување со некоја должина која е усвоена како точна, при затегнување со сила од 10 kg, а се поправа и за температурната разлика од 20 °C. Терминот кој е прифатен и се користи за оваа постапка на споредување е **компарирање**.

Ако работната должина на пантликата (вистинската должина во моментот на мерење – l_r) се разликува од нејзината номинална должина (должината која е запишана на самата пантлика - l_n) во резултатот на мерењето се внесуваат поправки.

Поправка за разликата помеѓу l_n и l_r (ΔS_k)

$$\Delta S_k = \frac{l_r - l_n}{l_n} S ; \quad S_k = S + \Delta S_k \quad (4.1)$$

Каде S е измерената вредност на должината, а S_k поправената должина за разликата меѓу l_r и l_n .

Пресметаните поправки се запишуваат, заокружени до сантиметар, во колоната 11 од Т.О бр. 18, по можност со црвено мастило.

Практична задача:

Искористи ги твоите познавања од апликацијата Excel и со примена на претходно споменатите формули изработи образец со кој ќе вршиш поправка на мерените должини за разликата меѓу работната и номиналната должина.

Пред почетокот на мерењето крајните точки од должината која се мери се сигнализираат, се расчистува теренот по целата должина и се бележат прекршни точки ако ги има. Работната група за мерење е составена од едно стручно лице и двајца фигуранти. Фигурантот кој оди напред ја влече пантликата и ги обележува краевите на пантликата со клинови бројачи. Фигурантот кој оди назад, ја доведува пантликата во правец на мерената должина и ја носи нулата од пантликата. Стручното лице ја контролира работата на фигурантите, го чита остатокот од пантликата, го очитува местото на прекршување (при континуирано мерење), го мери издигнувањето на пантликата и го води записникот од мерењето.



Слика 18: Геодетска значка

При мерењето на должините со пантлика во полигонска мрежа обично не се мери температурата и ретко се врши поправка за сведување на нулта нивовска површина и на Гаус-Кригера проекција. Но затоа неизбежно секоја должина која се мери со пантлика непосредно на терен (директно) мора да се сведе на хоризонт, односно да се изврши нејзина редукција. Редукцијата на хоризонт може да се изврши на два начини:

1. преку мерени вертикални агли или зенитни растојанија;
2. преку мерена висинска разлика.

1. Преку мерени вертикални агли или зенитни растојанија

Доколку α е измерен вертикален агол, d_k косо мерената должина, хоризонталната должина d_h ќе се пресмета како:

$$d_h = d_k \cdot \cos \alpha \quad (4.2)$$

Доколку е мерено зенитното растојание:

$$d_h = d_k \cdot \sin z \quad (4.3)$$

Пример: Да се пресмета d_h ако се зададени:

$$d_k = 26,230 \text{ m}$$

$$\alpha = 4^\circ 30'$$

Решение:

$$d_h = d_k \cdot \cos \alpha = 26.230 \cdot 0.996917 = 26,149 \text{ m}$$

Пример: Да се пресмета d_h ако се зададени:

$$d_k = 206,230 \text{ m}$$

$$z = 85^\circ 45' 30''$$

Решение:

$$d_h = d_k \cdot \sin z = 206,230 \cdot 0,9972610 = 205,665 \text{ m}$$

2. Преку мерена висинска разлика

Поправка за редуција:

- По приближна формула:

$$r = \frac{\Delta H^2}{2S} \quad (4.4)$$

каде што ΔH е висинската разлика меѓу крајните точки на должината (или отсечката).

- По точна формула:

$$r = \Delta H \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \quad (4.5)$$

- Или преку формулата:

$$d_h = \sqrt{(d_k^2 - \Delta H^2)} \quad (4.6)$$

Пример: Да се пресмета d_h ако се зададени:

$$d_k = 206,230 \text{ m}$$

$$\Delta H = 4,23 \text{ m}$$

Решение:

$$d_h = 206,187 \text{ m}$$

Квалитетот на добиените резултати од мерењето на некоја должина се проценува врз основа на разликата од мерењето напред и назад на таа должина ($\delta = I$ мерење – II мерење). Разликата мора да се наоѓа во границите на дозволеното отстапување кое зависи од категоријата на теренот на кој се мери.

$$\Delta I = 0,0070\sqrt{S}$$

$$\Delta II = 0,0090\sqrt{S}$$

$$\Delta III = 0,0120\sqrt{S}$$

Вредностите на дозволените отстапувања и должините се изразени во метри.

Поправка за температура (ΔS_t)

Ако температурата (t) при која се врши мерење на должината се разликува од номиналната температура (t_0), потребно е да се пресмета поправка за таа разлика.

$$\Delta S_t = \alpha (t - t_0) S \quad (4.7)$$

каде $\alpha=0,00001111$ и претставува коефициент на ширење на челикот по метар должина, при промена на температура.

Пример: Пантлика со номинална должина 30 m, при компарирање имала должина од 30,005 m на температура од 20 °C. Со неа е измерена должина од 89,5 m, на терен со едноличен пад и температура од 30 °C. Да се пресметаат соодветните поправки.

Решение:

Поправка за температурата: $\Delta S_t = \alpha (t - t_0) S = 0,0000111 \cdot (30 - 20) \cdot 89,5 = 0,0104$ m

Поправка за разлика на номинална и работна должина:

$$\Delta S_k = \frac{l_r - l_n}{l_n} S = \frac{30,005 - 30,000}{30} (89,50) = 0,0149$$

Следи:

$$d_k = d_{\text{мерено}} + \Delta S_t + \Delta S_k = 89,50 + 0,0104 + 0,0149$$

Практична задача:

Искористи ги своите познавања од Excel и со примена на претходно споменатите формули изработи образец со кој ќе вршиш редуција на должини

Кај деталниот премер денес сè помалку се мерат должини со помош на полска пантлика.

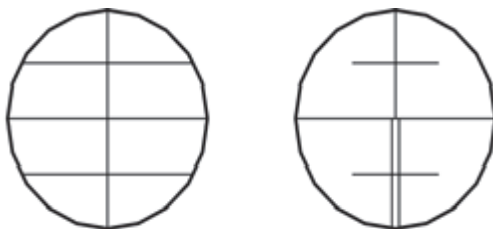
4.3.2. Индиректно мерење на должини

За индиректно мерење на должини постојат повеќе начини, од кои како најточен и најприменет долго се споменуваше начинот на мерење со оптички или електронски далечиномер.

4.3.2.1. Оптички далечиномер

Теодолитот може да се користи и за оптичко мерење на должини, односно како оптички далечиномер. Оптичките далечиномери може да бидат со различна конструкција.

Кога кончаницата на теодолитот се состои од една (или две) вертикални црти и три хоризонтални црти, таквиот инструмент се нарекува **Рајхенбахов далечиномер** или обичен тахиметар.



Слика 19: Кончаница на Рајхенбахов далечиномер

Оптичките далечиномери се користат за мерење на должини до 150 m, па затоа најчесто се користат при снимање на детаљ .

Максималната точност на оптичкото одредување на должини со Рајхенбахов далечиномер е 1 dm, бидејќи грешката од читањето на поделбата на летвата од 1mm помножена со $K=100$, ќе даде грешка во должина од 100 mm, односно 1 dm.

Со Рајхенбаховиот далечиномер се одредува хоризонталната должината S , од ротационата оска на дурбинот на инструментот до точката на која е поставена летвата.

Должината S измерена на овој начин се пресметува како:

$$S = K * l + c \quad (4.8)$$

каде K е мултипликациона константа $K = 100$, c е адициона константа и нема вредност кај дурбините со внатрешно фокусирање $c = 0$, а вредноста l се добива како разлика на читањата на летвата ($l_{горна\ црта} - l_{долна\ црта}$)

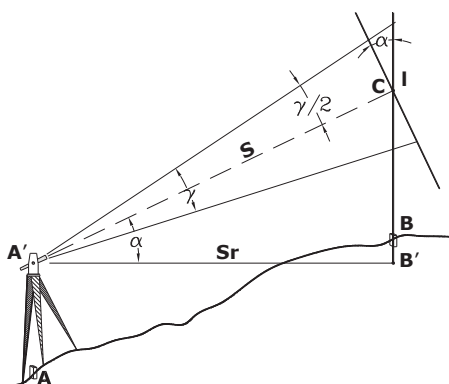
Претходната формула се користи во случај кога рамнината на летвата е нормална на визурата, односно кога визурата е хоризонтална, а летвата вертикална.

Одредувањето на должините и висинските разлики со помош на Рајхенбахов далечиномер при хоризонтална визура се нарекува **нивелотаксиметрија**.

Практична задача: Мерење со оптички или авторедукционен далечиномер.

(потребен прибор: оптички или авторедукционен далечиномер, ногари, тахиметриска летва (1-2))

1. Центрирај го инструментот над една од стабилизираниите полигонски точки.
2. Изврши ја постапката со која ќе се увериш дека е задоволен работниот услов на инструментот.
3. Обезбеди хоризонтална визура, фигурантот поставува вертикална летва на точката до која ќе се мери должина.
4. Изврши ги потребните читања и одреди ја должината.



Во практиката многу почесто се одредуваат должини при коса визура, односно кога визурата со хоризонтот зафаќа некој вертикален агол α . Во овој случај летвата е повторно вертикална но не и нормална на визурата.

S - косо мерена должина
 S_r - хоризонтална (редуцирана) должина
 γ - паралактички агол
 α - вертикален агол

Слика 20: Одредување на должини при коса визура

Косата должина се добива како:

$$S = K \cdot l_0 \quad \text{каде } l_0 = l \cdot \cos \alpha \quad (4.9)$$

Хоризонталната должина се добива како:

$$Sr = S \cdot \cos \alpha = K \cdot l \cdot \cos^2 \alpha \quad (4.10)$$

Ако се мерени зенитни растојанија, следи:

$$Sr = K \cdot l \cdot \sin^2 Z \quad (4.11)$$

Пример: Да се пресмета хоризонталната должина S ако со Рајхенбахов далечиномер се прочитани следните вредности:

- вертикален лимб $\alpha = 8^\circ 35'$
- горен конец $g=1,786 \text{ m}$
- долен конец $d=1,000 \text{ m}$
- среден конец $h= 1,393 \text{ m}$
- адициона константа $c=0,0 \text{ m}$
- мултипликациона константа $K = 100$

Решение:

$$Sr = K \cdot l \cdot \cos^2 \alpha = 100 * (1,786 - 1,000) * (\cos (8^\circ 35'))^2 = 76,8 \text{ m}$$

Пресметувањето на висинските разлики со Рајхенбахов далечиномер се врши врз основа на следните формули:

$$\Delta H' = \frac{1}{2} Kl \sin 2\alpha \quad (4.12)$$

или ако е измерено зенитното растојание:

$$\Delta H' = \frac{1}{2} Kl \sin 2Z \quad (4.13)$$

Висинската разлика меѓу двете точки сега е:

$$\Delta H = \Delta H' + i - l \quad (4.14)$$

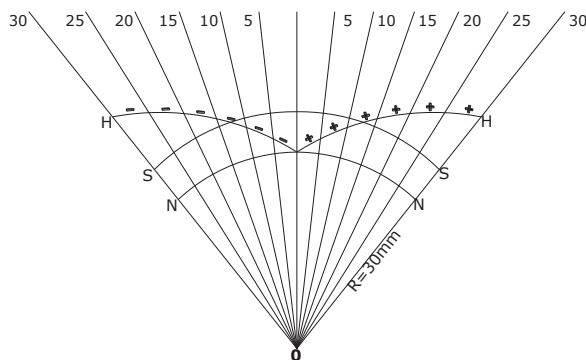
Пример: Да се пресметаат хоризонталните должини S_r и висинските разлики помеѓу точките, врз основа на читањата на поделбата на летвата прикажани во тебелата 5: ($K=100, c=0$).

Табела 5:

KL		$\frac{g}{d}$	i	$h (l)$	Sr	$\Delta H'$	ΔH
5	42	1,876 1,000	1,56	1,438	86,7	8,66	+8,78
353	28	1,931 1,000	1,48	1,516	82,0	-9,39	-9,43
86	53	1,686 0,800	1,55	1,243	88,3	4,81	+5,12
98	27	1,352 0,600	1,65	0,976	73,6	-10,93	-10,26

4.3.2.2. Авторедукционен далечиномер

Инструментот со помош на кој може директно на терен да се добијат хоризонтални должини и висински разлики се нарекува **авторедукционен далечиномер**.



Овој инструмент има кончаница конструирана како Хамер-Фенелов дијаграм, кој има нулта крива, крива за должини(SS) и крива за висински разлики(HH) – со позитивни и негативни вредности на висинските разлики. Одредувањето на хоризонтални должини и висински разлики со Хамер – Фенеливиот дијаграм се врши според следните формули:

Слика 21: Хамер-Фенелов дијаграм

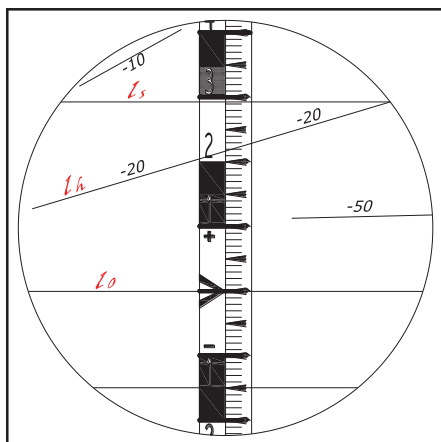
$$S_r = K_s(l_s - l_0) \quad (4.15)$$

$$\Delta H' = K_H(l_H - l_0) \quad (4.16)$$

$$\Delta H = \Delta H' + i - l_0 \quad (4.17)$$

Каде што:

- l_s е читање на летвата со кривата за должини
- l_H е читање на летвата со кривата за висини
- l_0 е читање на летвата со нултата крива
- i е висина на инструмент
- K_H е константа за висини која е запишана покрај самата крива за висини
- K_s е константа за должини = 100



Слика 22: Dahlta - дијаграм кај авторедукционите инструменти

Очитување:

l_0	0,000
l_s	0,292
l_h	0,217

Пресметување : $S = 0,292 \times 100 = 29,20 \text{ m}$,
 $\Delta h = 0,217 \times (-20) = -4,34 \text{ m}$

Пример: Да се пресмета хоризонталната должина S_r и висинската разлика врз основа на читањата на поделбата на летвата со авторедукционен тахиметар:

- $l_s = 1,726$
- $l_H = 1,262$
- $l_0 = 1,000$
- $i = 1,52$ m
- $K_H = -20$

Решение:

$$S_r = K_s(l_s - l_0) = 72,6 \text{ m}$$

$$\Delta H' = K_H(l_H - l_0) = -5,25 \text{ m}$$

$$\Delta H = \Delta H' + i - l_0 = -4,72 \text{ m}$$

Практична задача:

Искористи ги своите познавања од Excel и со примена на претходно споменатите формули изработи образец со кој ќе го олесниш пресметувањето на должините и висинските разлики со Рајхенбахов и авторедукционен далечиномер.

4.3.2.3. Електронски далечиномер

Заради брзината на работа и точноста која ја обезбедуваат при мерењето, дури и на подолги растојанија, денес за мерење на должини во полигонометриска мрежа се користат тотални станици.

За начинот на функционирање на тоталната станица при мерењето на должини, веќе стана збор во овој учебник. Но, сега ќе бидат нагласени некои основни постапки на работата со тоталната станица при мерење на должини.

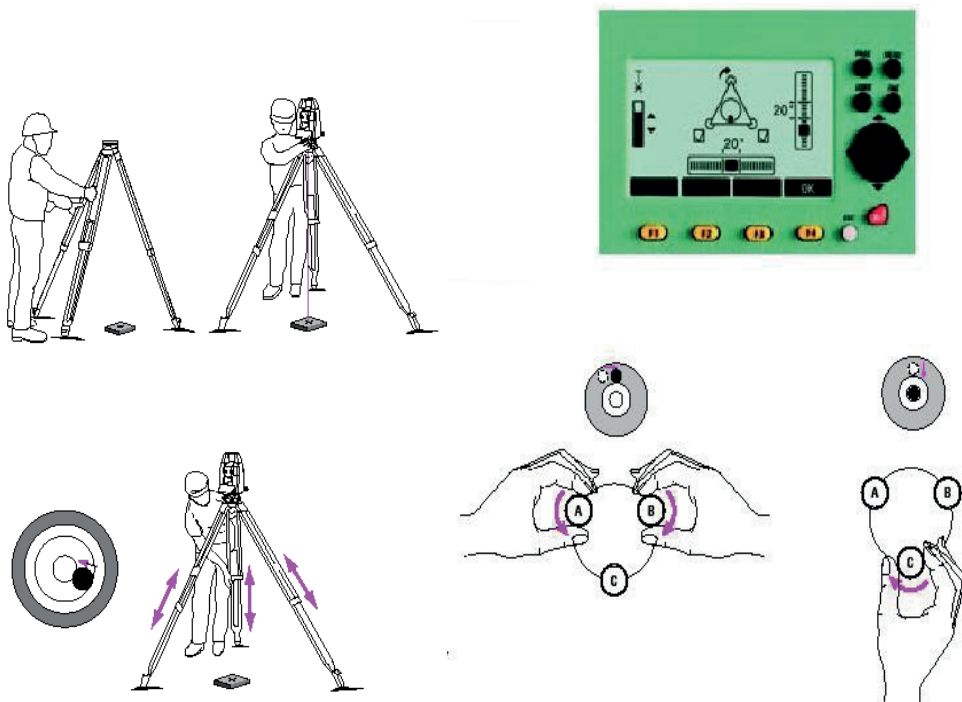
Практична задача за повторување:

(потребен прибор: тотална станица, ногари, призма со држач за призма)

1. Центрирај го инструментот над позната полигонска точка.
2. Изврши ја постапката со која ќе се увериш дека е задоволен работниот услов на инструментот.
3. Вклучи ја тоталната станица.
4. Во главното мени избери ја можноста за мерење на должини.

- Подготовка за мерење

Центрирање со ласерски висок
и грубо хоризонтирање (Leica TPS 407)



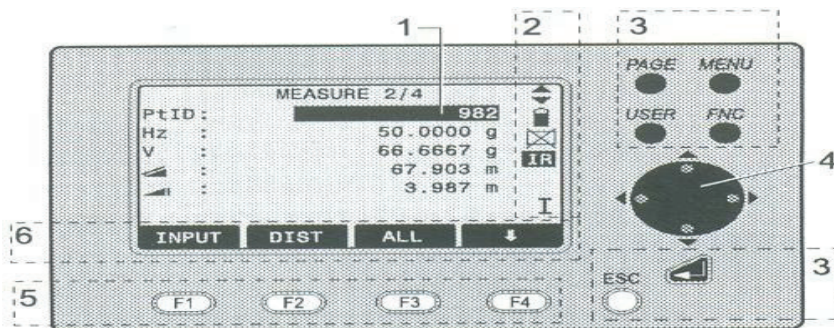
Слика 23: Центрирање со ласерски висок

Слика 24: Хоризонтирање на ТС (Leica TPS 407)

Инструментот се поставува на ногари и се зацврстува со централниот винт. Положбените винтови ги поставуваме на средина. Го вклучуваме инструментот и ласерскиот висок, чиј зрак го насочуваме кон точката. Следи зацврстување на ногарите во земја. Вршиме грубо хоризонтирање со доведување на центричната (сферната) либела во положба да врвни, и во случај ласерскиот зрак да отстапува од точката може да се изврши поместување на инструментот по главата на стативот.

Откако инструментот е грубо хоризонтиран, автоматски се вклучува фино хоризонтирање, односно на самиот екран ќе се појави електронска либела. Таа се доведува во положба да врвни со помош на положбените винтови со постапка исто како кај секој геодетски инструмент. Кога ќе утврдиме дека инструментот е рамномерно хоризонтиран, притискаме ОК. Со тоа е завршено хоризонтирањето.

- **Тастатура:**



Слика 25: Тастатура на TC (Leica TPS 407)

1. Моментално активно поле
2. Символи
3. Фиксни типки
4. Типки за навигација
5. Функциски типки
6. Softkey bar (прикажува функции кои се подесуваат со функциски типки).

Главни типки

[ALL]-мерење на должини и регистрирање на сите вредности

[DIST]-мерење на должини, но не ги меморира вредностите

[REC]-регистрира означени вредности

[ENTER]-бришење на постоечки вредности и внесување нови

[ENH]-влез во мод за внесување на координати

[LIST]-приказ и барање на точки

[FIND]-барање на внесени точки

[EDM]-приказ на EDM сетирање

[IR/RL]-влез во инфрацрвено и мерење без призма

[PREV]-се враќа на претходниот дијалог

[NEXT]-продолжување во следен дијалог

[OK]-сетирање на прикажани пораки и дијалог и излез од нив.

Фиксни типки

[PAGE]-влез на следна страна ако постојат повеќе

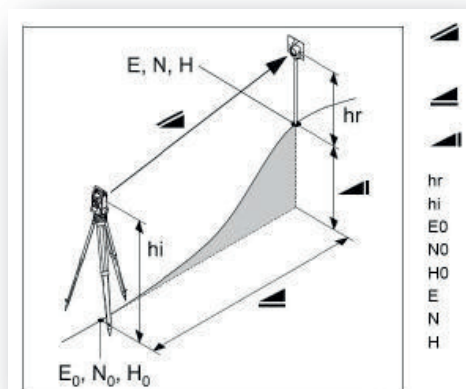
[MENU]-пристап во програмата за сетирање, информации и др.

[USER]-типка што може да се програмира за различни функции

[FNC]-брз пристап на функциите за поддршка на мерење

[ESC]-напуштање на дијалог

ENTER-потврдување.



Слика 26: Ознаки за мерените вредности на ТС

4.4. Индиректно одредување на елементи од полигонски влук

Координатите на полигонските точки се одредуваат врз основа на **дадени и мерени величини**. Дадените величини се претходно одредени (пресметани). Тоа се координатите на дадените точки на кои се потпира влукот и насочниот агол на почетната и завршната дадена страна. Овие податоци се преземаат од елаборатите во кои се пресметани нивните вредности.

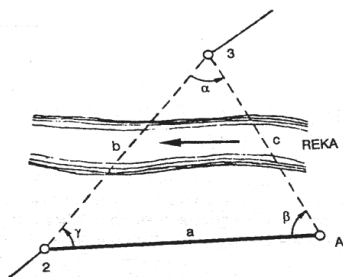
Мерени елементи **се аглите и должините**. Во пресметувањето на координатите на полигонските точки се користат вредностите на врзните и прекршните агли во влукот и хоризонталните вредности на должините на полигонските страни. Затоа, ако аглите се мерени во повеќе гируси, а должините се мерени повеќе пати, најпрво се одредуваат нивните најверојатни вредности по принцип на проста аритметичка средина. За должините добиени како средни вредности од мерењето треба да се изврши редукација на хоризонт.

Должините и аглите во полигонскиот влук, по правило, се одредуваат преку **директни мерења** на терен. Во зависност од потребната точност се избираат и соодветни методи на работа, прибор и инструменти, како и време во кое треба да се врши мерењето. Мерењата со обична точност може да се вршат во текот на целиот ден, додека прецизните мерења само кога имаме погодни временски услови. Тоа посебно важи за мерењето на агли.

Но, постојат случаи кога поради непогодни теренски услови и одредени препреки, аглите и должините не може да се измерат директно (непосредно), па мора да бидат одредени **индиректно**. Односно, се мерат други агли и должини кои преку еден или повеќе триаголници се геометриски поврзани со аглите и должините од полигонскиот влук кои треба да се одредат. Во практика се појавуваат неколку случаи кои овде ќе бидат подетално објаснети.

4.4.1. Примена на синусната теорема

Кога полигонскиот влак поминува преку река (во случај кога должините се мерат со пантлика) невозможно е да се изврши непосредно мерење на должината на полигонската страна помеѓу точките 2 и 3.



Слика 27: Теренска ситуација

Во тој случај должината b треба да се одреди индиректно. За таа цел потребно е на терен да се постави помошна точка A , која со полигонските точки 2 и 3 формира триаголник во кој може директно да се измерат една страна и сите три агли; една страна и два агли; или две страни и еден агол кој ќе биде наспроти подолгата страна. Значи постојат три можни случаи.

Случај 1:

Во триаголникот се измерени страната a и сите три агли α , β и γ . Треба да се одредат страните b и c .

Овој случај се решава со примена на синусната теорема.

Решение: Поради неизбежните грешки при мерењето на агли, збирот на аглие во триаголникот ќе биде различен од 180° .

$$\alpha + \beta + \gamma \neq 180^\circ \quad (4.18)$$

Разликата помеѓу теорискиот збир на аглие во триаголникот (180°) и збирот на мерените агли во триаголникот претставува агловно отстапување (f) чија вредност зависи од точноста на мерењето:

$$f = 180^\circ - (\alpha + \beta + \gamma) \quad (4.19)$$

Агловното отстапување f мора да се наоѓа во границите на дозволеното отстапување Δ ,

$$f \leq \Delta = 2m_f \text{ или } 3m_f \quad (4.20)$$

Средната грешка на агловното отстапување m_f е еднаква на:

$$m_f = m\sqrt{3} \quad (4.21)$$

Средната грешка на мерените агли m е броен показател кој ја карактеризира точноста на мерените агли во триаголникот. Имајќи предвид дека сите агли се мерени со ист инструмент, иста метода на работа, при исти услови, произлегува дека сите агли имаат исти средни грешки, односно се измерени со иста точност.

$$m_\alpha = m_\beta = m_\gamma = m \quad (4.22)$$

Во следната табела се прикажани дозволените отстапувања во триаголникот:

Табела 6: Дозволените отстапувања во триаголник

m	$\Delta = 2m_f = 2m\sqrt{3}$	$\Delta = 3m_f = 3m\sqrt{3}$
1''	3.5	5.2
2''	6.9	10.4
5''	17.3	26
10''	34.6	52

Агловното отстапување ќе биде помало ако аглите се мерат со поголема точност и обратно.

Пред да се примени синусната теорема сите мерени агли во триаголникот треба да бидат коригирани, односно поправени така што нивниот збир ќе биде 180° .

$$\alpha' + \beta' + \gamma' = 180^\circ \quad (4.23)$$

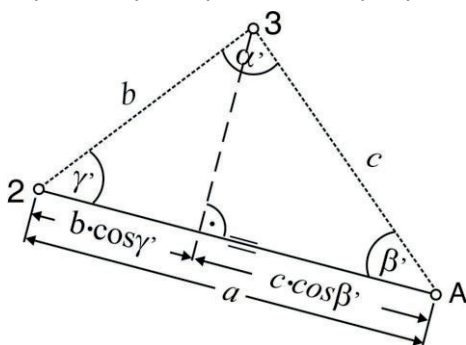
каде што α' , β' и γ' се поправените, израмнати вредности на мерените агли.

$$\alpha' = \alpha + \frac{1}{3}f, \quad \beta' = \beta + \frac{1}{3}f, \quad \gamma' = \gamma + \frac{1}{3}f \quad (4.24)$$

Синусната теорема сега ќе гласи:

$$\frac{a}{\sin \alpha'} = \frac{b}{\sin \beta'} = \frac{c}{\sin \gamma'} = m \quad (4.25)$$

Од изразот јасно произлегува дека услов за да може да се примени синусната теорема е да се познати агол и страна наспроти тој агол. Од оваа теорема произлегуваат релациите преку кои ќе се одредат страните b и c.



Вредноста на должината a пресметана преку оваа формула треба да биде еднаква на зададената вредност за a . Дозволена е разлика од најмногу ± 3 единици на последното децимално место.

$$b = \frac{a}{\sin \alpha'} \sin \beta' = m \sin \beta', \quad (4.26)$$

$$c = \frac{a}{\sin \alpha'} \sin \gamma' = m \sin \gamma' \quad (4.27)$$

$$a = b \cos \gamma' + c \cos \beta' \quad (4.28)$$

Слика 28: Контрола на синусната теорема

Случај 2:

Во триаголникот се измерени страната a и два агли α, β .

Решение: Во овој случај третиот агол се добива како дополнување на 180°

$$\gamma = 180^\circ - (\alpha + \beta) \quad (4.29)$$

Сега кога се познати сите три агли во триаголникот и една страна, триаголникот може да се реши со примена на синусната теорема исто како во првиот случај. Разликата е само во тоа што наместо поправени се користат мерени агли.

$$\frac{a}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin \beta} = \frac{c}{\sin \gamma} = m \quad (4.30)$$

Должините b и c се одредуваат со примена на синусната теорема

$$b = \frac{a}{\sin \alpha} \sin \beta = m \sin \beta, \quad (4.31)$$

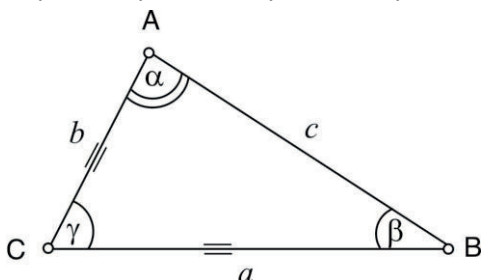
$$c = \frac{a}{\sin \alpha} \sin \gamma = m \sin \gamma \quad (4.32)$$

Контрола: $a = b \cos \gamma + c \cos \beta \quad (4.33)$

Случај 3:

Во триаголникот се измерени две страни a и b и агол наспроти една од страните (α).

Решение: Во овој случај прво се одредува аголот β според релација која произлегува од синусната теорема, а потоа и аголот γ , како дополнување до 180° .



$$\sin \beta = \frac{\sin \alpha}{a} b = \frac{b}{m} \quad (4.34)$$

$$\beta = \arcsin \frac{b}{m} \quad (4.35)$$

па потоа:

$$\gamma = 180^\circ - (\alpha + \beta) \quad (4.36)$$

Слика 29: Случај 3 за синусната теорема

На крај се пресметува должината c според:

$$c = \frac{a}{\sin \alpha} \sin \gamma = m \sin \gamma \quad (4.37)$$

Контрола: $a = b \cos \gamma + c \cos \beta \quad (4.38)$

Решавањето на триаголник со примена на синусната теорема се врши во **тригонометриски образец бр. 13.**

Напомена:

1. Кога страната се одредува по синусната теорема во триаголникот не треба да има агли помали од 30° . На тоа мора да се внимава при поставувањето на помошната точка А. Кога во триаголникот има агли помали од 30° , точноста на индиректно пресметаната страна е многу мала.
2. Ако е познат аголот наспроти подолгата страна, постои само едно решение. Меѓутоа ако е познат аголот наспроти пократката страна тогаш се можни две решенија од кои само едно одговара на реалната положба на точките на терен. При мерењата на терен треба да се води сметка секогаш кога имаме ваков случај, да се мери аголот наспроти подолгата страна од триаголникот.
3. Да не се заборава: страната од триаголникот која е мерена на терен, треба да се редуцира на хоризонт.

Предлог за наставникот и учениците:

- Презентацијата за начинот на пресметување со примена на синусната теорема е достапна на CD кое е дадено како прилог со учебникот.
- Во прилог 4.4.1. се дадени решени примери од оваа тема.

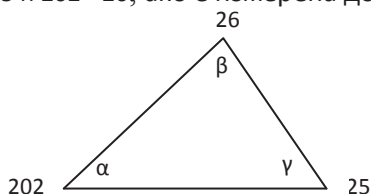
Пример:

Да се пресметаат страните 202 - 25 и 202 - 26, ако е измерена должината 25 - 26 = 183,24 m и сите три агли:

$$\alpha = 57^\circ 03' 50''$$

$$\beta = 61^\circ 55' 59''$$

$$\gamma = 61^\circ 00' 17''$$

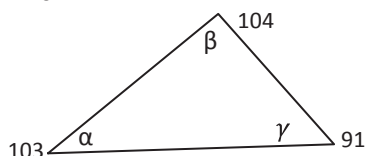


Пример:

Да се пресметаат страните 91 - 103 и 103 - 104, ако е измерена должината 104 - 91 = 450,38 m и два агли 103 и 104:

$$\alpha = 63^\circ 44' 54''$$

$$\beta = 74^\circ 22' 23''$$



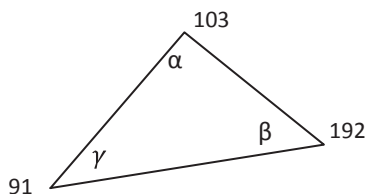
Пример:

Да се пресмета должината на страната 103 - 192 и аглие кај точките 192 и 91 доколку се измерени должините

$$91 - 192 = 2003,39 \text{ m}$$

$$103 - 91 = 372,39 \text{ m}$$

И аголот кај точка 103, $\alpha = 69^\circ 56' 39''$



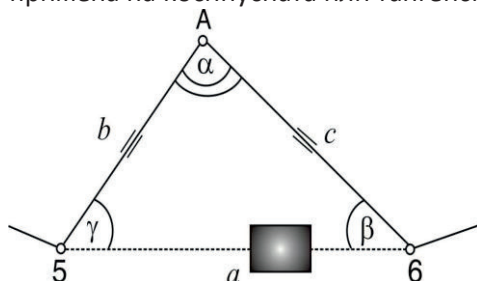
(Примерите се решени во ТО 13. прилог 4.4.1.)

4.4.2. Примена на косинусната теорема

Во одредени случаи не може директно да се измери страната a и аглиите во триаголникот бидејќи на правецот се наоѓа препрека (објект).

За да се одреди страната a се поставува помошна точка на терен (A), така што се формира триаголник во кој ќе се измерат страните b и c и аголот α , кој тие го зафаќаат.

Врз основа на *хоризонталните* должини b и c и зафатениот агол α , може да се пресмета страната a со примена на косинусната или тангенсната теорема.



Слика 30: Примена на косинусната теорема

Косинусната теорема гласи:

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos \alpha \quad (4.39)$$

$$b^2 = a^2 + c^2 - 2ac \cos \beta \quad (4.40)$$

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \gamma \quad (4.41)$$

Кога е пресметана страната a , аглиите β и γ ќе се пресметаат според **синусната теорема (4.30)**

Од каде што произлегува:

$$\sin \beta = \frac{b}{m} \quad (4.42)$$

$$\sin \gamma = \frac{c}{m} \quad (4.43)$$

Контролата на пресметувањето се врши преку збирот на аглиите во триаголникот:

$$\alpha + \beta + \gamma = 180^\circ \quad (4.44)$$

Косинусната теорема има неколку свои недостатоци. Често се случува и покрај тоа што сите пресметувања се добро обработени, збирот на аглиите во триаголникот да се разликува од 180° . Тоа е можно во случаи кога еден од аглиите во триаголникот е тап

агол. Таа не дава добар резултат и кога се применува кај триаголник чии агли се приближно 90 степени, затоа што $\cos 90^\circ = 0$. За да се намалат отстапувањата, се внимава при користење на косинусната теорема, синусите од аглие да се пресметуваат со што повеќе децимални места (најмалку шест децимални места). Косинусната теорема најчесто се користи како контрола при пресметување на страна од триаголник.

4.4.3. Примена на тангенсната теорема

Заради недостатоците и несигурноста при примената на косинусната теорема, за истиот случај кога имаме познати две страни од триаголникот и агол што тие го зафаќаат, се користи теорема кога овозможува многу поверодостојни податоци. Тоа е тангенсната теорема која гласи:

$$\frac{b+c}{b-c} = \frac{\operatorname{tg}\left(\frac{\beta+\gamma}{2}\right)}{\operatorname{ctg}\left(\frac{\beta-\gamma}{2}\right)} \quad (4.45)$$

Каде полузбирот на аглие се пресметува според формулата:

$$A = \frac{\beta+\gamma}{2} = 90^\circ - \frac{\alpha}{2} \quad (4.46)$$

А полуразликата на истите според следното:

$$B = \frac{\beta-\gamma}{2} = \frac{b-c}{b+c} \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} \quad (4.47)$$

Кога се познати полузбирот и полуразликата на два агли, не е тешко да се пресмета нивната вредност. Па така:

$$\beta = A + B \quad (4.48)$$

$$\gamma = A - B \quad (4.49)$$

Полузбирот на аглие β и γ е секогаш позитивен, а нивната разлика може да биде позитивна или негативна. Знакот на полуразликата зависи единствено од знакот на разликата на должините $(b-c)$.

Пресметувањето на аглие се контролира преку збирот на аглие во триаголникот (4.44)

По контролата на аглие, должината a се пресметува по синусната теорема или:

$$a = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} b = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} c \quad (4.50)$$

Вредноста на страната a пресметана преку страните b и c треба да се согласува, односно да се добијат исти вредности или нивната разлика да не биде поголема од 1-2 cm.

Триаголникот во кој се познати две страни и аголот што го зафаќаат се решава со примена на тангенсната теорема (Тригонометриски образец бр. 14).

Предлог за наставникот и учениците:

- Презентацијата за начинот на пресметување со примена на тангенсната теорема е достапна на CD кое е дадено како прилог со учебникот.
- Во работните листови се дадени неколку примери и задачи од оваа тема.

Пример:

Да се пресмета должината на страната 14 - 13 и аглие кај точките 13 и 14 доколку се измерени должините:

$$13 - 12 = 161,26 \text{ m};$$

$$12 - 14 = 166,34 \text{ m, како и аголот кај точка 12,}$$

$$\alpha = 49^{\circ} 18' 44''.$$

(Примерот е решен во ТО 14. прилог 4.4.3.)

Задачи за вежба:

Задача бр. 1

Дадено	решение
$\gamma = 58^\circ 16' 26''$	$\alpha = 52^\circ 43' 24''$
$\beta = 69^\circ 00' 10''$	$b = 234,71 \text{ m}$
$a = 200,05 \text{ m}$	$c = 213,84 \text{ m}$

Задача бр. 2

Дадено	решение
$\alpha = 61^\circ 40' 50''$	$\gamma = 56^\circ 25' 46''$
$\beta = 61^\circ 53' 24''$	$b = 211,38 \text{ m}$
$c = 199,68 \text{ m}$	$a = 210,97 \text{ m}$

Задача бр. 3

Дадено	решение
$\alpha = 62^\circ 00' 40''$	$\gamma = 50^\circ 29' 55''$
$b = 234,71 \text{ m}$	$\beta = 67^\circ 29' 25''$
$c = 196,04 \text{ m}$	$a = 224,35 \text{ m}$

ГЛАВА 5

Да се потсетиме:

- *Наброј ги методите за мерење на хоризонтални и вертикални агли.*
- *Потполни ја табелата од работниот лист 5.1. и утврди ги сличностите и разликите помеѓу простата и гирусната метода на мерење на агли врз основа на нивните карактеристики.*
- *Размисли која од методите обезбедува поголема точност при мерењето на агли и која од нив би била посоодветна за мерење во полигонска мрежа? (Образложи усно.)*

5. МЕРЕЊЕ НА АГЛИ ВО ПОЛИГОНОМЕТРИСКА МРЕЖА

При мерењето на агли се користат повеќе методи. Ги разликуваме по точноста, економичноста и постапката на работа. Во овој учебник ќе стане збор за две методи на мерење на агли, кои во практиката најчесто се користат. Тоа се проста и гирусна метода. Пред почетокот на мерење на аглите, независно по која метода, неопходно е да се подготви инструментот за мерење. Оваа подготовка опфаќа поставување на инструментот на станица, позната како постапка на центрирање.

Задача за вежба:

Потребен прибор за изведуваче на вежбата:

- *теодолит или тотална станица;*
- *статив за инструментот.*

Излези на терен во близина на училиштето и центрирај го инструментот над точка со добро видлива надземна белега.

5.1. Методи на мерење на хоризонтални агли

Во практиката се користат, главно, две методи на мерење на хоризонтални правци (агли), и тоа: проста и гирусна метода.

5.1.1. Проста метода

Простата метода на мерење на хоризонтални агли подразбира мерење на правци во една положба на дурбинот на инструментот. Правците мерени по проста метода се оптоварени со многу грешки кои настануваат како последица на несовершенство на инструментот или поради недоволно прецизно извршена ректификација. Освен тоа, влијание ќе имаат и личните грешки на операторот, како и грешките од неповолни атмосферски влијанија.

Затоа, со проста метода се мерат правци таму каде не се бара голема точност, односно мерења каде точноста од $2'$ или $3'$ е сосем доволна. Оваа метода најмногу се користи на снимање на детаљ по поларна метода и обележување на елементи на градежен објект на терен.

На крајот на мерењето од една станица се зема завршна визура (повторно читање на почетниот правец). Дозволената вредност на разликата меѓу почетната и завршната визура е најчесто зададена, ако се работи за проект. Податоците од мерењето се запишуваат во Т.О.1.

Точноста на центрирањето со обичен висок и сигнализирањето со значка или летва е доволна за да ја задоволи точноста на мерење на правци по проста метода.

5.1.2. Гирусна метода

Гирусната метода подразбира мерење на правци во две положби на дурбинот. Во поглед на економичноста оваа метода е помалку економична од простата метода, бидејќи е потребно повеќе време за опсервирање на правците. Но, во поглед на точноста гирусната е многу поточна, бидејќи со пресметувањето на средните вредности на опсервираните правци во прва и втора положба, значително се намалува влијанието на повеќето грешки кои се јавуваат при мерењето на аглите. Поради точноста која ја обезбедува, гирусната метода се користи при мерење на аглите во полигонска и полигонометриска мрежа. Треба да се знае дека аглите во полигонската мрежа се мерат во два, а во полигонометриската во три, четири гируси.

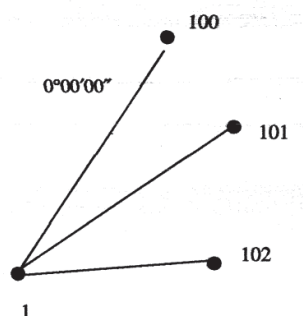
Вредностите од мерењето на правци по гирусна метода се запишуваат во тригонометриски образец бр. 1.

За почетно мерење се зема правец кој е добро видлив, со јасно воочлив сигнал. Постапката на мерење на агли по гирусна метода ќе биде објаснет преку случајот на сликата.

Инструментот се поставува, центрира и хоризонтира на станица 1. Точките 100, 101 и 102 се сигнализираат. Каков сигнал ќе се користи зависи од инструментот со кој ќе се врши мерењето. Се визира прво на точка 100 и се чита вредноста на правецот во прва положба на дурбинот (вертикалниот лимб е од левата страна на дурбинот). На ист начин се визираат и читаат вредностите на правците на точките 101 и 102. Редоследот на визирање на точките е во правецот на движење на стрелките на часовникот.

Сега дурбинот се врти во втора положба (вертикалниот лимб е од десната страна на дурбинот) и вршме визирање и читување на правците во обратна насока, почнувајќи од точката 102, па потоа 101 и 100.

Бидејќи мерењето во случајов се врши во три гируси, лимбот по секој гирус се поместува за вредност од 60° (180° / бр. на гируси).



Резултатите од мерењето се запишуваат во соодветните колони во Т.О.1. Потоа се пресметуваат вредностите на двојната колимациска грешка како:

$$2C = (\alpha_{II} \pm 180^\circ - \alpha_I) \quad (5.1)$$

Според одредени прописи, за контрола на резултатот од мерењето се користат следните статистички податоци:

- разликата на максималната и минималната вредност на двојната колимациска грешка на една станица (во примерот: на станица 1 во првиот гирус $2C_{\max} - 2C_{\min} = 10''$);
- дозволените отстапувања на поединечните правци (или агли) од средната вредност од повеќе гируси;
- стандардно отстапување на средната вредност или агол.

Табела 7: Обработка на податоците на мерењето на правци во Т.О.1

станица	визура	I			II			2c	средина			редуцирана средина			контрола	
1	100	0	00	8	180	0	12	4	0	00	10	0	00	00	52	02
1 гирус	101	40	37	44	220	37	47	3	40	37	46	40	37	36	52	25
10h30min	103	78	52	19	258	52	13	-6	78	52	16	78	52	6	104	27
															52	14
1	100	60	02	22	240	02	26	4	60	02	24	0	00	00	Инструмент: Wild T2 Оператор М.М Записничар: Н.Н време: облачно	
2 гирус	101	100	40	02	280	40	05	3	100	40	04	40	37	40		
10h35min	103	138	54	30	318	54	36	6	138	54	33	78	52	09		
1	100	120	05	03	300	05	07	4	120	05	05	0	00	00		
3 гирус	101	160	42	44	340	42	45	1	160	42	44	40	37	39		
10h40min	103	198	57	10	18	57	14	4	198	57	12	78	52	07		
контрола		<u>52 02</u>			<u>52 25</u>				<u>52 14</u>			<u>29 17</u>				

Пресметување на средна вредност на правците од три гируси:

правец спрема 101 правец спрема 102

40 37 36	78 52 06
40 37 40	78 52 09
40 37 39	78 52 07
<u>40 37 38</u>	<u>78 52 07</u>

5.2. Методи на мерење на вертикални агли

Веќе споменавме дека во вертикална рамнина може да се мерат:

- вертикални агли;
- зенитни растојанија.

Одлука за методата на мерење на агли во вертикална рамнина донесува самиот оператор, зависно од точноста која се бара при мерењето во полигонската или полигонометриската мрежа.

Зенитните растојанија може да се мерат во една или во две положби на дурбинот. Мерењето само во една положба на дурбинот се нарекува **проста метода на мерење**. Оваа постапка на мерење подразбира визирање на визурната точка со средната црта на кончаницата и читање на вредноста на вертикалниот лимб која претставува зенитно растојание. При мерење со проста метода мора да биде задоволен условот со кој се гарантира дека при хоризонтална визура, читањето на вертикалниот лимб ќе биде 0° или 90°. Оваа метода на мерење ќе се користи во случај кога не се бара поголема точност од 1', а тоа е најчесто случај при снимање на детаљ со поларна метода. Податоците од мерењето се запишуваат во тахиметриски записник и се заокружуваат до на минута.

Доколку е потребна поголема точност во мерењето на зенитни растојанија (вертикални агли) мерењето се изведува во две положби на дурбинот по **гирусна метода на мерење**. Во оваа постапка на мерење се подразбира визирање на визурната точка и читање со горната, средната и долната црта на кончаницата, во прва (круг лево KL), а потоа и во втора положба на дурбинот (круг десно KD).

Во случај на непоклопување на нултата положба на лимбот со зенитот, се појавува разлика позната како колимациска грешка. Влијанието на колимациската грешка се елиминира со мерење во две положби на дурбинот.

Табела 8: Обработка на податоците на мерењето на вертикални агли

станција	визура	KL	KD	KL+KD	2Zi=KL-KD	2Z-2Zi	2Z	Z	Кон трола
100	16:00	g	89 35 09	269 49 59	359 25 08	179 45 10			37 11
		s	89 52 26	270 07 16	359 59 42	179 45 10			21 42
		d	90 09 36	270 24 27	360 34 03	179 45 09			58 53
			37 11	21 42	59 53	15 29			
i=1.51	101						179 45 10	89 52 35	15 29

Грешката се елиминира со пресметување на аритметичка средина од мерењето во две положби. Величината на колимациската грешка се пресметува како:

$$e = \frac{1}{2}(z_I - z_{II}) \quad (5.2)$$

Пример:

Поправката поради влијанието на вертикалната колимација е еднаква на колимациската грешка но со спротивен знак. Така, ако зенитниот агол е $z = 88^{\circ}10'$, и вредноста на колимациската е еднаква на $-2'$, тогаш дефинитивната вредност на зенитниот агол е:

$$Z = 88^{\circ}10' + 2' = 88^{\circ}12'$$

Пример:

Ако се мерени зенитни агли во две положби на дурбинот:

$$\begin{aligned} z_I &= 91^{\circ}10'44'' \\ z_{II} &= 268^{\circ}49'24'' \end{aligned}$$

Тогаш: $Z = (91^{\circ}10'44'' + (360^{\circ} - 268^{\circ}49'24''))/2 = 91^{\circ}10'40''$

Или: $e = (91^{\circ}10'44'' - 360^{\circ} + 268^{\circ}49'24'')/2 = 0^{\circ}00'04''$

Односно: $Z' = (91^{\circ}10'44'' - 04'') = 91^{\circ}10'40''$

5.3. Критериум за точност на мерењето

Правците по гирусна метода се опсервираат во еден или повеќе гируси, што зависи од точноста која треба да се постигне со тоа мерење и од прецизноста на инструментот со кој е вршено мерењето.

За сите правци опсервирани во две положби на дурбинот, веднаш се пресметува и вредноста на двојната колимациска грешка, како разлика на минутите и секундите од втората и првата положба на дурбинот.

Квалитетот на опсервираните правци во еден гирус се проценува врз основа на промената на двојната колимациска грешка. Со текот на времето и подолга употреба на теодолитот може да дојде до промена на вредноста на колимациската грешка.

Промената на вредноста на двојната колимациска грешка ќе биде показател на квалитетот на извршеното мерење. За да прифатиме дека извршеното мерење е во границите на пропишаната точност, потребно е разликата помеѓу најмалата и најголемата вредност на двојната колимациска грешка да биде во границите на точноста пропишана според Правилникот за премер.

Точноста на опсервираните правци во голема мерка зависи и од зголемувањето на дурбинот и од податокот со кој се чита поделбата на лимбот, како и од прецизноста на сигналот кој се визира.

Влијанијата на овие параметри врз дозволената разлика помеѓу најголемата и најмалата колимациска грешка се дадени во следната табела.

Табела 9: Дозволеностипапувања

Податок на инструментот	Дозволеностипапувања	
	<u>2C max – 2C min</u>	
1“	20“	
не поголем од 6“	30“	
не поголем од 30“	90“	

Задача 1: Во табела 7 е даден записник од мерење на хоризонтални агли по гирусна метода (Т.О.1). Во него провери дали разликата помеѓу најголемата и најмалата вредност на двојната колимациска грешка се наоѓа во границите на дозволеното отстапување (според табела 9). Мерењето е вршено со теодолит Wild RDS, а визирано е на значка.

Што треба да се направи ако некоја разлика ја надминува дозволената граница на отстапување?

Правците опсервирани во повеќе гируси може да се контролираат и на друг начин. Во секој гирус се пресметуваат редуцирани правци во однос на ист почетен правец. Вредностите на редуцираните правци, при идеално точни мерења, би биле идентични во секој гирус. Поради грешки при мерење тие меѓусебно ќе се разликуваат за помали или поголеми вредности. За да прифатиме дека извршеното мерење е во границите на пропишаната точност, потребно е разликата помеѓу најмалата и најголемата вредност на редуцираните правци да не ја надминува границата на точноста пропишана со Правилникот за премер.

Точноста на редуцираните правци, исто така, зависи од зголемувањето на дурбинот и податокот за читање на поделбата на лимбот. Влијанието на овие параметри врз дозволената разлика помеѓу најголемата и најмалата вредност на редуцираните правци може да се види во следната табела:

Табела 10: Дозволеностипапувања

Податок на инструментот	Дозволено отстапувања на мерениот агол	
	<u>2 гируси</u>	<u>3 гируси</u>
1“	20“	10
не поголем од 6“	30“	-
не поголем од 30“	90“	-

Задача 2: Во табела 7 е даден записник од мерење на хоризонтални агли по гирусна метода (Т.О.1). Во него провери дали разликите помеѓу редуцираните правци во поединечните гируси се наоѓаат во границите на дозволеното отстапување (според табела 10). Мерењето е вршено со теодолит Wild RDS, а визирано е на значка.

Опсервирањата на правци во повеќе гируси во основа се независни еден од друг. Меѓутоа, ако опсервирањето во повеќе гируси се врши без промена на инструментот и неговото центрирање, не се менува визурната маркица, операторот и надворешните услови, тогаш мерењата стануваат меѓусебно зависни. Затоа може да се случи сите мерења поединечно и меѓусебно добро да се сложуваат, но збирот на агли, на пример во затворен полигон или полигонски влак, да отстапува од дозволената вредност. Врз оваа појава големо влијание имаат грешките од центрирање на инструментот и сигнализирање. Двете влијанија се навистина големи во случај на мерење на правци при кратки визури. Ова мора да се има во предвид за да се посвети поголемо внимание при центрирањето на инструментот и сигнализирањето на точките.

Поради сите наведени причини, ќе се добие погрешна вредност на мерените агли, па нормално е во случај на затворен полигон да не се добие теорискиот збир на затворање на полигонот. Добиената вредност, повеќе или помалку, ќе отстапува од теориската. Во ваков случај, процената на точноста на агловните мерења се врши со споредување на агловното отстапување $f\beta$ со дозволеното отстапување. Пресметувањето на $f\beta$ е последната контрола во мерењето на агли.

5.4. Оцена на точноста на резултатите од извршените мерења

Ако се мери величина чија вистинска вредност е позната, може да се одреди и нејзината вистинска грешка (ϵ).

Доколку величината се мери n –пати, ќе се добијат n вистински грешки

$$(\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3, \dots, \epsilon_n)$$

Поединечните вистински грешки не може да дадат информации за точноста на мерењето. Меѓутоа, од низа на вистински грешки може да се утврди точноста на мерените величини и тоа колку е поголем бројот на вистински грешки (односно мерења) дотолку резултатите од оцената на точноста ќе бидат подобри.

Постојат повеќе критериуми за оцена на точноста на извршените мерења: просечна грешка, веројатна грешка, средна квадратна грешка и релативна грешка.

5.4.1. Просечна грешка

Аритметичката средина на апсолутните вредности на неограничен број вистински грешки се нарекува **просечна грешка**.

Кога бројот на вистински грешки е мал, оцената на точноста според просечна грешка не е сигурна. Односно, со зголемување на бројот на мерења се зголемува и веројатноста дека просечната грешка ќе даде поточни резултати.

$$Q = \frac{[|\epsilon|]}{n} \quad (5.3)$$

Пример 1: Во тригонометриска мрежа измерени се агли во 20 триаголници. Разликата во збирот на измерените агли од теориската вредност на збирот на внатрешните агли во триаголниците 180° (вистинска вредност) претставува вистинска грешка. Да се пресмета просечната грешка во овие мерења.

Реден бр. на триаголник	Вистинска грешка
1	-7
2	+18
3	+21
4	+3
5	-8
6	+10
7	+11
8	+6
9	-3
10	-12
11	+1
12	+10
13	-7
14	-2
15	-13
16	+17
17	+15
18	2
19	-7
20	-5
$Q = \frac{[\varepsilon]}{n} = \frac{178''}{20} = 8'',9$	+ 114 - 64
	$[\varepsilon] = 178''$

5.4.2. Веројатна грешка

Ако вистинските грешки се наредат по апсолутни вредности, така што секоја следна е поголема од претходната, тогаш вистинската грешка која се наоѓа во средината на така добиената низа, се нарекува **веројатна грешка**.

Тоа значи дека е еднаков бројот на вистински грешки кои се поголеми и помали од веројатната грешка.

Пример: Да се одреди веројатната грешка за податоците од претходниот пример.

Решение:

Се редат во низа вистинските грешки тако што секоја следна по својата апсолутна вредност е поголема од претходната:

1,2,2,3,3,5,6,7,7,7,8,10,10,11,12,13,15,17,18,21

Бидејќи низата има 20 грешки, за веројатна грешка ќе се усвои средната вредност од десеттата и единаесеттата грешка.

$$\rho = 7'',5$$

5.4.3. Средна квадратна грешка

Се смета дека просечната и веројатната грешка не се доволно добри критериуми за оцена на точноста на мерењата, бидејќи грешките кои се големи по своите апсолутни вредности не доаѓаат до израз кога се направени мал број на мерења.

За да може да дојдат до потполн израз грешките големи по своите апсолутни вредности, во геодезијата се врши оцена на точноста **преку средна квадратна грешка**.

$$m = + \sqrt{\frac{\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2 + \varepsilon_3^2 + \dots + \varepsilon_n^2}{n}} = + \sqrt{\frac{[\varepsilon^2]}{n}} \quad (5.4)$$

Средната квадратна грешка (или уште средна грешка) многу пореално ја карактеризира точноста на измерените величини. Колку е средната грешка помала, толку е поголема точноста на величината за која се однесува грешката.

Во геодетските мерења и пресметувања точноста на добиените резултати од мерењето најчесто се оценува преку средната грешка. Колку е поголем бројот на мерените величини, толку е поголема веројатноста дека средната грешка ќе даде подобри резултати.

Пример: Да се одреди средната квадратна грешка врз основа на отстапувањата во триаголниците од мрежата. Податоците да се земат од примерот 1.

Решение:

$$m = \sqrt{\frac{[\varepsilon^2]}{n}} = \sqrt{\frac{2212}{20}} = \sqrt{110,60} = 10'',5$$

Формулите за пресметување на просечна, веројатна и средна грешка важат во случај кога мерењата се меѓусебно независни, имаат иста точност и се оптоварени само со случајни грешки.

Помеѓу веројатната, просечната и средната грешка постои теориски однос кој приближно гласи вака:

$$\rho : Q : m = 4 : 5 : 6 \quad (5.5)$$

каде најголема вредност има средната, а најмала веројатната грешка.

Од оваа пропорција следи дека:

$$\rho = \frac{2}{3} m, \quad Q = \frac{5}{6} m \quad (5.6)$$

5.5. Израмнување на резултатот на директните мерења со иста точност

За потребата и целта на израмнувањето веќе стана збор понапред во овој учебник.

Да се потсетиме:

Разговарајте за причината и потребата за израмнување на мерените резултати.

5.5.1. Проста аритметичка средина

Кога мерењата ги извршува еден оператор со ист инструмент, со иста метода на работа и под исти атмосферски услови или, практикуваме да кажеме, кога мерењата се извршени под исти услови на работа, тогаш во сите мерења имаме **ист степен на доверба**.

Пример: Ако ист оператор ги измери сите агли во триаголникот со ист инструмент, со ист број на гируси и под исти атмосферски услови, се смета дека аглите се **мерени со иста точност**.

Ако некоја величина се измери два или повеќе пати, поради неизбежните грешки, резултатите од мерењето ќе се разликуваат. Затоа се практикува да се одреди една најверојатна вредност која најдобро ќе ги презентира сите измерени величини. Најверојатната вредност се одредува со проста аритметичка средина.

Нека се: $l_1, l_2, \dots \dots \dots l_n$ резултати од независни мерења на некоја величина, кои се извршени со иста точност. Претпоставуваме дека овие мерења се оптоварени само со грешки кои имаат случаен карактер. Бидејќи мерењата се со иста точност, за дефинитивна вредност на бараната величина се зема простата аритметичка средина:

$$L = \frac{l_1 + l_2 + \dots \dots \dots + l_n}{n} = \frac{[L]}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n l_i \quad (5.7)$$

Напомена: Овој израз може да се трансформира во облик кој е попрактичен за пресметување.

Најмалата вредност од низата на мерења се усвојува како приближна вредност L_0 .

Сега се пресметуваат вредностите:

$$\Delta l_i = l_i - l_0 \quad (5.8)$$

кои се користат за да се одреди најверојатната вредност на мерените величини:

$$L = L_0 + \frac{[\Delta l]}{n} \quad (5.9)$$

Откако е одредена најверојатната вредност, се пресметува отстапувањето според формулата:

$$v_i = L - l_i \quad (5.10)$$

Со помош на овие податоци, може да се одреди средната грешка на простата аритметичка средина:

$$m_L = \frac{m}{\sqrt{n}} \quad (5.11)$$

каде m е средната грешка на поединечните мерења и се одредува како:

$$m = \sqrt{\frac{[v^2]}{n - 1}} \quad (5.12)$$

Пример: Нека е измерена должината помеѓу две точки со полска пантлика, петпати со иста точност.

Да се пресмета најверојатната вредност на должината, средната грешка на поединечните мерења и средната грешка на најверојатната вредност.

Решение:

Реден број	Должина (m)	$\Delta l_i = l_i - l_0$	$v_i = L - l_i$	$[v^2]$
1	389,58	+9	-1	1
2	389,60	+11	-3	9
3	389,49	0	+8	64
4	389,55	+6	+2	4
5	389,61	+12	-4	16
$l_0 = 389,49$		+38	+2	94

$$\frac{[\Delta l]}{n} = \frac{38}{5} = 8 \text{ cm}$$

$$L = L_0 + \frac{[\Delta l]}{n} = 389,57$$

$$m = \sqrt{\frac{[v^2]}{n - 1}} = \sqrt{\frac{94}{4}} = 5 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}$$

$$m_L = \frac{m}{\sqrt{n}} = \frac{0,05}{\sqrt{5}} = 0,02 \text{ m}$$

Пример: Аголот α е измерен десетпати со иста точност.

Да се пресмета најверојатната вредност на мерениот агол, средната грешка на поединечните мерења и средната грешка на најверојатната вредност.

Реден број	α			$\Delta\alpha_i = \alpha_i - \alpha_0$	$v_i = \alpha' - \alpha_i$	$[v^2]$
1	58°	13'	44''	14	-7	49
2			30	0	+7	49
3			35	5	+2	4
4			38	8	-1	1
5			40	10	-3	9
6			37	7	0	0
7			36	6	+1	1
8			44	14	-7	49
9			37	7	0	0
10			32	2	+5	25
$\alpha_0 = 58^\circ 13' 30''$				73	-3	187

$$[\Delta\alpha]/n = \frac{73}{10} = 7$$

$$\alpha' = \alpha_0 + \frac{[\Delta\alpha]}{n} = 58^\circ 13' 37''$$

$$m = \sqrt{\frac{[v^2]}{n-1}} = \sqrt{\frac{187}{9}} = 4''.6$$

$$m_L = \frac{m}{\sqrt{n}} = \frac{4.6}{\sqrt{10}} = 1''.5$$

Пример: Ако средната грешка на најверојатната вредност на аголот, измерен во 8 гируси е $m = 1''.6$, да се пресмета средната грешка на аголот во еден гирус.

Решение:

$$m = m_L \sqrt{n} = 1''.6 \sqrt{8} = 4''.5$$

Задачи за вежба:

Задача 1: Од станица А се мерени правци кон точките В, С, D и Е.

- Да се пресметаат дефинитивните вредности на правците и аглите од таа станица.
- Ако земеш предвид дека секој од аглите е измерен во три гируси со иста точност, одреди ја средната грешка на поединечните мерења и средната грешка на простата аритметичка средина.

станица	визура	I положба			II положба		
A	B	0	00	12	180	00	15
1 гирус	C	40	37	40	220	37	47
12.30h	D	78	52	11	258	52	13
	E	102	12	30	282	12	34
A	B	60	02	22	240	02	28
2 гирус	C	100	03	02	280	40	08
12.35h	D	138	54	30	318	54	38
	E	162	12	32	342	12	40
A	B	120	05	03	300	05	07
3 гирус	C	160	42	44	340	42	40
12.40h	D	198	57	10	18	57	16
	E	222	12	28	42	12	35

Задача 2: Да се пресмета вертикалната колимација и дефинитивните вредности на зенитните агли мерени со средниот конец, само во прва положба.

станица	визура	I положба			II положба		
A	B	90	00	12	270	00	24
	C	91	37	40			
	D	82	52	11			
	E	93	12	30			

ГЛАВА 6

Во овој дел од учебникот учениците ќе имаат можност да се запознаат со составните делови на елаборатот на полигонската (полигонометриската) мрежа, да изработуваат скица и план за пресметување на полигонска мрежа, да совладаат одреден број на техники на пресметување со кои се обезбедува врска на влакот со тригонометриската мрежа и се пресметуваат координатите на точките во слеп, вметнат и затворен влак.

Во овој дел учениците задолжително треба да изработат елаборат на полигонска (полигонометриска) мрежа.

6. ЕЛАБОРАТ НА ПОЛИГОНОМЕТРИСКА МРЕЖА

Сите податоци и информации кои се поврзани со изработката, мерењето и пресметувањето во полигонската (полигонометриската) мрежа, во една катастарска општина, се составен дел на елаборатот на мрежата. Во него се приложуваат:

- скица на полигонската мрежа;
- регистар на полигонски влаци;
- општ регистар.

Скицата на мрежата се изработува во фазата на проектирање. Таа се користи за преглед и регистрирање на извршените мерења, со цел да се согледа динамиката на извршените активности. На неа се изработува и планот за пресметување.

Изработката на **регистарот на полигонски влаци** се врши по завршеното пресметување на координатите на точките во влаците. Тој се води одвоено, доколку во мрежата се вршени мерења со различна точност. Посебно се групираат влаците во кои мерењата се вршени со зголемена точност, посебно влаците во кои е мерено со обична точност, а посебно тахиметриските влаци. На почетокот од секој дел се внесуваат податоци за користениот инструмент и прибор при мерењето. Регистарот ги содржи податоците за точноста на полигонските влаци и на мрежата, бидејќи во него се прикажани линеарните и агловните отстапувања во влаците, со соодветните дозволени отстапувања.

Општиот регистар се изработува со цел да се добие поедноставен преглед на податоците од мерењето, со што се овозможува полесно користење на истите во постапката на обработка. Во него се претставени сите точки кои се користени во мрежата, со информации за страната и тригонометрискиот образец (ТО1, ТО 8, ТО27 итн) каде се наоѓаат податоци кои се однесуваат на тие точки. На тој начин се олеснува пребарувањето на податоците и по многу години. Полигонските и тригонометриските точки се внесуваат по редни броеви.

Општиот регистар се води секојдневно, истиот ден кога е завршено мерењето. Доколку во мерењето се користени точки од други мрежи тоа мора да се забележи во регистарот со запишување на името на катастарската општина на која ѝ припаѓаат истите.

Составен дел од елаборатот, освен теренските записници и наведените регистри се и записниците (тригонометриските обрасци) за пресметувањата на координатите на полигонските точки, списокот на координати и надморски висини итн.

Во случај да се користи автоматска обработка на податоците и се применува GPS мерење, се подразбираат и промени во водењето на евиденција.

6.1. Скица на полигонска мрежа

Скицата на полигонската мрежа се изработува за секоја катастарска општина, односно посебно за секоја полигонска мрежа која претставува целина. Размерот во кој ќе се изработува скицата зависи од величината на територијата која е покриена со таа мрежа, како и од густината на полигонските точки. Најчесто користен размер за цртање на скицата е 1:5000, 1:10 000, а понекогаш и 1:20 000. Димензиите на хартијата која се користи за исцртување на скицата се 100x70cm или 80x50cm.

Постапката на цртање е следна:

1. Се исцртува мрежа од квадрати, соодветно на размерот
2. Се испишуваат вредностите на координатите и тоа од левата, десната и долната страна, надвор од корисниот простор.
3. Ориентацијата на цифрите при испишувањето е во насока во која растат вредностите на координатите.
4. Тригонометриските точки се нанесуваат со помош на координати и се исцртуваат со црвен туш со знак според топографскиот клуч (дијаметар на круг 2 mm).
5. Полигонските точки се нанесуваат според мерените агли и должини во влакот (податоците се преземаат од соодветните обрасци за мерење на хоризонтални агли и хоризонтални должини), а се исцртуваат со црн туш, дијаметар на круг 1,5 mm.
6. Полигонските страни, измерени со обичен начин, се исцртуваат со црна линија со дебелина 0,2 mm.

7. Полигонските страни мерени со прецизен оптички далечиномер, се исцртуваат со црн туш, со тоа што на средината на страната се исцртува линија со должина од 2 mm, нормално на полигонската страна.
8. Полигонските страни мерени со зголемена точност, односно со електронски далечиномери или тотални станици, се исцртуваат со црн туш, со дебелина 0,4 mm.
9. Страните кои може директно да се измерат се исцртуваат со полна линија, а оние кои треба да се одредат индиректно, со испрекината линија.
10. На скиците може да се нанесе и границата на катастарската општина, со зелен туш, дебелина на линија 0,8 mm.
11. На скицата се прикажува и поделбата на детални листови и детални скици.
12. Границите на деталните листови се исцртуваат со виолетов туш дебелина 0,75 mm, а границите на деталните скици, исто така, со виолетов туш, со дебелина 0,2 mm.

Скицата на полигонската мрежа се користи за регистрирање на извршените мерења, а на неа се прикажува и планот за пресметување. Често на скицата се исцртува и поделбата на детални листови.

Практична вежба:

Според зададените податоци во прилогот 6.1., изработи скица на полигонска мрежа (аналогно) во размер 1:5 000. Направи опис на истата.

Напомена за наставникот и учениците:

- Во прилогот 6.1. е претставена скица на полигонска мрежа.
- Истата скица може да ја погледнете и во дигитална форма (потребно е да имате инсталирано AutoCad програма за цртање).

6.2. ПРЕСМЕТУВАЊА ВО ПОЛИГОНСКА МРЕЖА

Пресметувањето на координатите на полигонските (полигонометриските) точки во полигонската (полигонометриската) мрежа се врши според претходно изработен план за пресметување. И во постапката на изготвување на план, а потоа и во пресметувањето во мрежата, важи основното правило во геодезијата „од поголемо кон помало“. Според него се предвидува постепено пресметување на влаците во мрежата, почнувајќи од главните, а потоа споредните влаци.

6.2.1. План за пресметување

Да се потсетиме:

- Поделба на влаците според класификацијата на полигонската мрежа.
- Видови на полигонски влаци според начинот на развивање.
- Карактеристики според кои влаците се разликуваат еден од друг.

Планот за пресметување на соодветен и прегледен начин треба да се прикаже на скицата на полигонската мрежа. Постапката ќе биде опишана редоследно во неколку чекори.

1. Се утврдуваат главните влаци од основната мрежа и споредните влаци од дополнителната мрежа. Планот на пресметување полесно ќе се изработи ако ги познаваме редните индекси на влаците. Главните влаци имаат реден индекс 1, а споредните влаци редниот индекс го добиваат како збир на индексите на влаците на кои се потпираат (*пример*, редниот индекс на споредниот влак ќе биде $2 = (1+1)$), ако влакот почнува и завршува на главни влаци со редни индекси 1, редниот индекс на споредниот влак ќе биде $3 = (2+1)$, ако влакот почнува и завршува на главни влаци со редни индекси 2 и 1 итн.)
2. Најпрво се исцртува насоката на пресметување на главните влаци на следниот начин:
Со црвен туш се извлекува линија со дебелина 0,2 mm. Оваа линија започнува со:
 - црвена точка (0,5 mm) исцртана покрај почетната точка од влакот;
 - се исцртува од левата страна во правецот на пресметување;
 - завршува со стрелка исцртана до крајната точка од влакот.
3. Секој влак за кој ќе биде исцртана насоката на пресметување добива свој број. Според овие броеви покасно редоследно ќе се врши пресметување во влаците. Бројот на влакот се испишува со црвен туш, приближно на средината од должината на влакот и со висина на цифрите 2 mm. Под редниот број на влакот се испишува и неговиот реден индекс со црн туш и висина на цифрите 2 mm.
4. Откако ќе се направи планот за пресметување и главните влаци ќе добијат свој број, се почнува со планот за пресметување на споредните влаци.
5. Овој план се работи по групи на споредни влаци, така што прво свој број за пресметување добиваат влаците со реден индекс 2 па 3, 4 итн.
6. Начинот на обележување на насоката на пресметување, на испишување на редните броеви и редните индекси е ист како и кај главните влаци.
7. Кога ќе се заврши пресметувањето во одреден влак, се заокружува редниот број на влакот со црвен туш.

Практична вежба:

На скицата која ја исцрта, изработи план на пресметување.

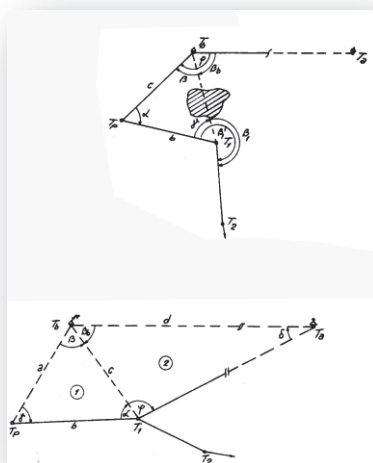
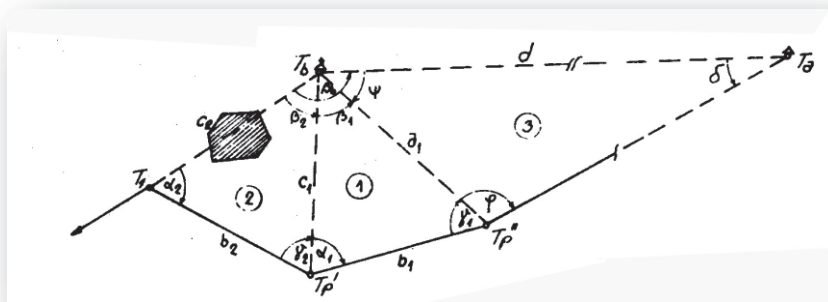
6.3. Врска на полигонскиот влак за тригонометриска мрежа

Преку врзните агли во влакот се воспоставува врска меѓу полигонскиот влак и тригонометриската мрежа. Кога тригонометриските точки се пристапни, непосредно од нив се мерат врзните агли. Меѓутоа, тригонометриските точки на кои треба да се врзе влакот често се и непристапни. Под непристапна точка се подразбира точка над која не може да се постави и центрира инструмент, па според тоа од неа неможе ни да се мерат агли и должини на полигонски страни. Тоа се најчесто точки на високи објекти како фабрички оџаци, антени, споменици, цркви, џамии и др. Се случува и заради одредени препреки на терен врзниот агол да не може директно да се измери.

Да се направи врска на полигонскиот влак со непристапна тригонометриска точка, значи на индиректен начин да се одредат соодветните елементи на полигонскиот влак. Најчесто станува збор за врзни и прекршни агли во влакот или за должината на почетната или завршната страна во влакот.

6.3.1. Најчести случаи на врзување на полигонскиот влак за непристапна тригонометриска точка

Во овој дел ќе бидат презентирани неколку случаи кои се појавуваат во практика. Заедничко за сите нив е поставувањето на помошни точки на терен, со што ќе се формираат триаголници во кои ќе се измерат потребните елементи за пресметување (агли и должини). При изборот на тоа што ќе се мери, мора да се внимава мерените величини навистина да овозможат решавање на триаголникот, а да се внимава и на некои од забелешките кои беа споменати во делот за примена на синусната, косинусната и тангенсната теорема. Триаголниците кои се формираат на терен во повеќето случаи се зависни еден од друг, што значи дека елементи од претходно пресметаниот триаголник може да се преземат во следниот, со тоа грешките од триаголник на триаголник се пренесуваат до последниот. Со тоа грешките во секој нареден триаголник ќе бидат сè поголеми. Заради тоа треба да се внимава да се постават минимално потребен број на триаголници, со што ќе се избегнат барем грешките од непотребно формирани триаголници. На цртежите се претставени неколку такви случаи.



Слика 32: Случаи на врзување на полигонски влак за тригонометриска мрежа

Напомена: (Задачи од оваа тема се дадени во прилозите)

6.4. Пресметување на координати на полигонски точки

Овде ќе се задржиме на пресметувањето на координати на точки во полигонските влаци, со методите на израмнување, таму каде е возможно.

Пресметувањето на координати во влак подразбира:

- одредување на елементите на влакот;
- пресметување на насочен агол и должина од координати на дадени точки;
- пресметување на насочен агол на полигонска страна;
- пресметување на координатни разлики на полигонските точки;
- пресметување на координатите на полигонските точки.

Мора да се нагласи дека постапката на пресметување која ќе биде објаснета во овој дел од учебникот се користи и за влаците во полигонометриската метода. Разликата меѓу полигонската и полигонометриската мрежа е во точноста со која се вршат мерењата.

6.4.1. Елементи на влакот

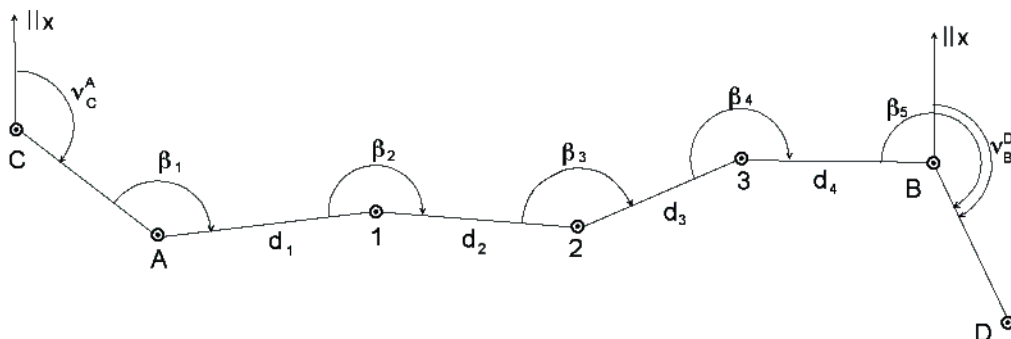
Да се потсетиме:

- Нацртај вметнат полигонски влак и обележи ги сите негови елементи кои ти се познати, без да го гледаш цртежот од учебникот.
- Размисли кои од елементите кои ги обележи се мерени на терен.
- Спореди дали она што го нацрта и обележи е исто или слично со влакот од сликата. Самооцени ги своите претходни знаења.

Елементите на полигонскиот влак се делат на: **дадени, мерени и непознати величини.**

Дадените величини се претходно пресметани, и тоа се:

- координати на точките на кои се потпира полигонскиот влак (**C, A, B и D**) ;
- насочните агли на почетната и завршната страна од влакот (ϑ_C^A и ϑ_B^D).



Слика 33: Полигонски влак

Мерени величини во влакот се агли и должини. При пресметувањето на координатите на полигонските точки се користат вредностите на мерените:

- врзни (β_1 и β_5) и прекршни агли (β_2 , β_3 и β_4) ;
- хоризонтални должини на полигонските страни (d_1 - d_4).

Ако аглите се мерени во повеќе гируси, а должините повеќе пати, најнапред се одредуваат нивните средни вредности. По потреба се врши и оцена на точноста на мерените величини.

Постапките на мерење на агли и должини, како и некои од начините на обработка на мерените величини се веќе објаснети во овој учебник.

Непознати елементи во влакот се:

- координатите на полигонските точки (**1** (Y_1, X_1), **2** (Y_2, X_2) и **3** (Y_3, X_3)).

6.4.2. Пресметување на насочен агол и должина преку познати координати на крајните точки

Да се потсетиме:

- Размисли и нацртај како обележуваш насочен агол.
- Од она што го нацрта потруди се да дефинираш насочен агол.
- Кои величини треба да ти се познати за да можеш да пресметаш насочен агол.
- Размисли и нацртај цртеж, во кој ќе ги претставиш сите четири квадранти со соодветните предзнаци на координатните разлики.

Насочен агол е аголот за кој треба да се заротира позитивната насока на паралелата со x-оската, во насоката на стрелките на часовникот, сè додека не се поклопи со страната на која се однесува насочниот агол. Се означува со ϑ_A^B , а се чита „ни А на В“. Насочниот агол и должината меѓу две точки може да се одредат преку познати координати на крајните точки.

Дадени се координатите на точките A(Y_A, X_A) и B(Y_B, X_B). Потребно е да се пресмета насочниот агол ϑ_A^B и должината S, помеѓу тие две точки.

Најпрво треба да се пресмета:

$$tg \vartheta_A^B = \frac{Y_A - Y_B}{X_A - X_B} = \frac{\Delta Y}{\Delta X} \quad (6.1)$$

а се контролира преку:

$$tg(\vartheta_A^B + 45^\circ) = \frac{\Delta X + \Delta Y}{\Delta X - \Delta Y} \quad (6.2)$$

Вредностите пресметани според овие две формули треба да се разликуваат за 45°. Меѓутоа, поради грешки од заокружување, можно е да се појави разлика која не би требало да биде поголема од 3'', ако насочниот агол се пресметува до на секунда. Насочниот агол може да има вредности од 0° до 360°, во зависност од положбата на должината во координатниот систем.

За полесно пресметување на насочните агли, може да се користи следната табела.

Табела 11: Координатни разлики и квадранти

Координатна разлика	Квадрант			
	I.	II.	III.	IV.
ΔY	+	+	-	-
ΔX	+	-	-	+
ν	α	$\alpha + 90^\circ$	$\alpha + 180^\circ$	$\alpha + 270^\circ$

За бараната должина може да се добијат две вредности ако се користат синусот и косинусот на насочниот агол.

$$S = \frac{Y_B - Y_A}{\sin \vartheta_A^B} = \frac{\Delta Y}{\sin \vartheta_A^B}, \quad S = \frac{X_B - X_A}{\cos \vartheta_A^B} = \frac{\Delta X}{\cos \vartheta_A^B} \quad (6.3)$$

Вредностите добиени за должината S преку овие две формули може да се различни поради грешки во заокружувањето. Разликата може да биде најмногу до 3 единици на последното децимално место. За дефинитивна вредност на должината S се зема онаа која е пресметана преку поголемата координатна разлика. Во овој случај должината може да се пресмета и преку изразот:

$$S = \sqrt{\Delta Y^2 + \Delta X^2} \quad (6.4)$$

Ако при пресметувањето се користат голем број на децимални места (6 и повеќе) најчесто се добива иста вредност за должината.

Пресметувањето на насочен агол и должина преку координати на крајните точки се врши во Т.О.8.

Напомена за наставникот и учениците:

- Презентацијата за начинот на пресметување на насочен агол и должина е достапна на CD кое е дадено како прилог со учебникот.
- Во прилозите со програми во Excel е даден програм за пресметување на насочен агол и должина преку список на координати.
- Во прилог 6.4.2. се дадени решени примери во Т.О.8.

Примери:

1. Да се пресметаат насочниот агол ϑ_6^4 и должината помеѓу точките 6 и 4 ако се зададени координатите на овие две точки.

Бр.	Y	X	решение
4	10230,23	10230,23	$\vartheta_6^4 = \mathbf{270\ 34'\ 51''}$
6	9336,75	8519,76	$S = \mathbf{1929,77}$

2. Да се пресметаат насочниот агол ϑ_{100}^{102} и должината помеѓу точките 100 и 102 ако се зададени координатите на овие две точки.

Бр.	Y	X	решение
100	24256,36	58329,32	$\vartheta_{100}^{102} = \mathbf{1500\ 51'\ 28''}$
102	25224,70	56592,56	$S = \mathbf{1988,46}$

3. Да се пресметаат насочниот агол ϑ_{112}^{110} и должината помеѓу точките 112 и 110 ако се зададени координатите на овие две точки.

Бр.	Y	X	решение
112	9527,45	7502,50	$\vartheta_{112}^{110} = \mathbf{2490\ 07'\ 32''}$
110	8000,39	6920,15	$S = \mathbf{1634,33}$

6.5. Пресметување на координати на точки во слеп полигонски влак

Полигонскиот влак кој само со едниот свој крај се потпира на дадена точка се нарекува слеп полигонски влак.

Како што е веќе споменато, при пресметувањето на координатите на точките во кој било кој влак, разликуваме три вида на податоци и тоа:

Дадени - величините кои се порано пресметани, а во слепиот влак такви величини се: почетниот насочен агол и координатите на точките на кои се потпира влакот. Овие податоци се преземаат од елаборати со претходни пресметувања (Т.О.25 список на координати, Т.О.8 пресметување на насочен агол).

Мерени величини се врзните и прекршните агли и должините. Овие величини се мерат непосредно на терен или се одредуваат по индиректен пат.

Барани (непознати) величини се координатите на точките во слепиот полигонски влак.

Редослед на пресметување:

1. Се пресметуваат насочните агли на полигонските страни:

$$\vartheta_1^2 = \vartheta_A^1 + \beta_1 \pm 180^\circ \quad (6.5)$$

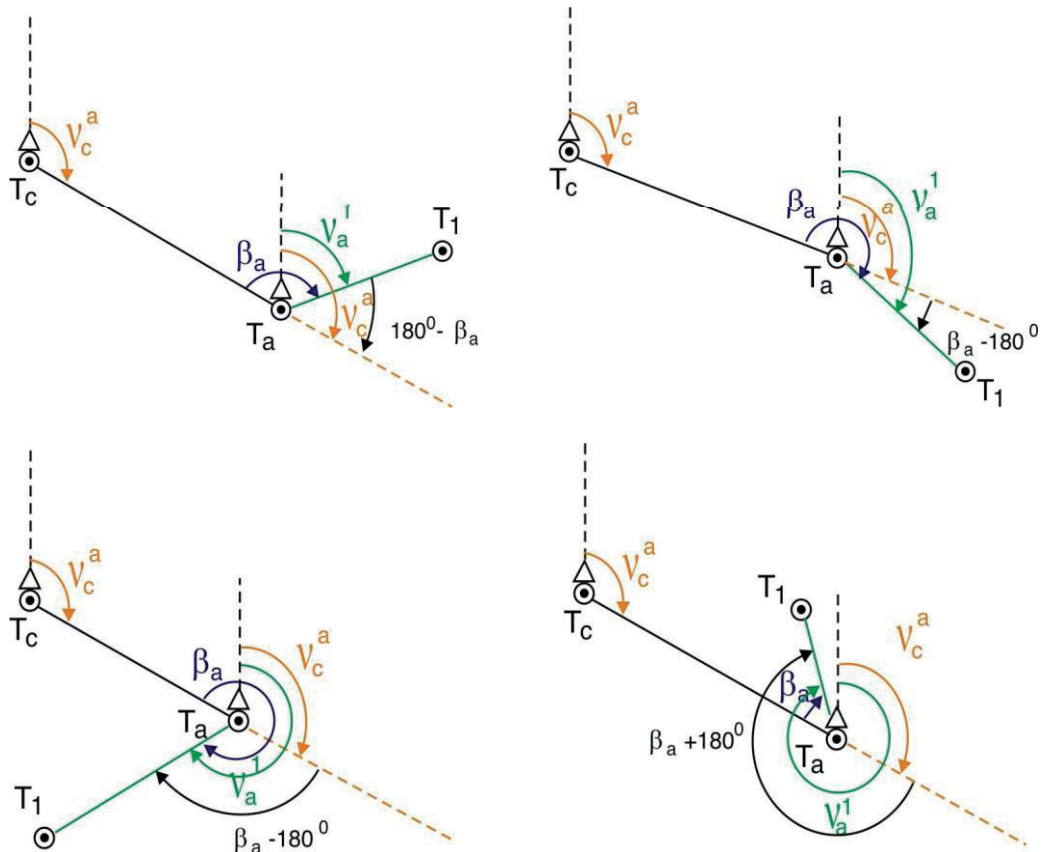
$$\vartheta_2^3 = \vartheta_1^2 + \beta_2 \pm 180^\circ \quad (6.6)$$

Насочниот агол на наредната страна ϑ_i се пресметува како збир од насочен агол на претходната страна ϑ_{i-1} и прекршниот агол β_i кој ги поврзува тие две страни, а потоа се додава или одзема 180° .

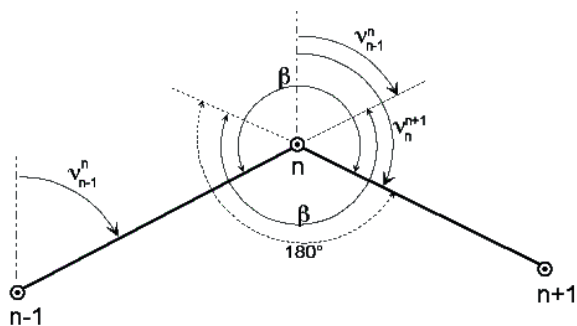
Постојат неколку случаи кои се појавуваат при пресметувањето на насочниот агол на полигонските страни.

Задача за размислување:

Разгледај ги цртежите и размисли за начинот на одредување на насочниот агол ϑ_a^1 во секој од нив. Сподели го мислењето со наставникот и со учениците.



Слика 34: Насочен агол на полигонска страна



Слика 35: Насочен агол на полигонска страна

Напомена:

Ако е $\vartheta_{i-1} + \beta_i > 180^\circ$, тогаш се одзема 180° , а ако е $\vartheta_{i-1} + \beta_i < 180^\circ$, тогаш се додава 180° . Ако остатокот потоа изнесува повеќе од 360° , од него се одзема 360° .

Примери: Да се одредат насочните агли ако е зададено

$\vartheta_{i-1} = 56^\circ 27' 36''$	$\vartheta_{i-1} = 112^\circ 48' 00''$	$\vartheta_{i-1} = 348^\circ 09' 28''$
$\beta_i = 102^\circ 09' 40''$	$\beta_i = 157^\circ 28' 16''$	$\beta_i = 275^\circ 06' 40''$
$\vartheta_i = 338^\circ 37' 15''$	$\vartheta_i = 90^\circ 16' 16''$	$\vartheta_i = 83^\circ 16' 08''$

2. Откако се пресметани насочните агли на полигонските страни се започнува со пресметување на координатните разлики. Притоа се користат и хоризонталните должини на полигонските страни.

$$\Delta y_i = S_i \sin \vartheta_i \quad (6.7)$$

$$\Delta x_i = S_i \cos \vartheta_i \quad (6.8)$$

Бидејќи должините се секогаш позитивни величини, значи дека координатните разлики зависат од знакот на функциите синус и косинус на насочниот агол. Овие формули за слеп полигонски влак ќе гласат:

$$\Delta y_1 = S_1 \sin \vartheta_1^2 \quad (6.9)$$

$$\Delta x_1 = S_1 \cos \vartheta_1^2 \quad (6.10)$$

$$\Delta y_2 = S_2 \sin \vartheta_2^3 \quad (6.11)$$

$$\Delta x_2 = S_2 \cos \vartheta_2^3 \quad (6.12)$$

За пресметаните координатни разлики потребно е да се направи контрола и тоа според следната формула:

$$|\Delta y| + |\Delta x| = S(|\sin \vartheta| + |\cos \vartheta|) = S\sqrt{2} \sin(\vartheta + 45^\circ) \quad (6.13)$$

Примери:

S	ϑ	Δy	Δx
158,55	279°31'20''	-156,37	+26,23
296,31	149°27'51''	+150,55	-255,22
106,02	43°06'48''	+72,46	+77,39
187,91	203°54'08''	-76,14	-171,79

3. Откако се пресметани координатните разлики, може да почне пресметувањето на координатите, со редоследно собирање на координатните разлики и координатите на претходната полигонска точка.

$$y_i = y_{i-1} + \Delta y_{i-1} \quad (6.14)$$

$$x_i = x_{i-1} + \Delta x_{i-1} \quad (6.15)$$

За слепиот полигонски влак тоа ќе биде:

$$y_2 = y_1 + \Delta y_1 \quad (6.16)$$

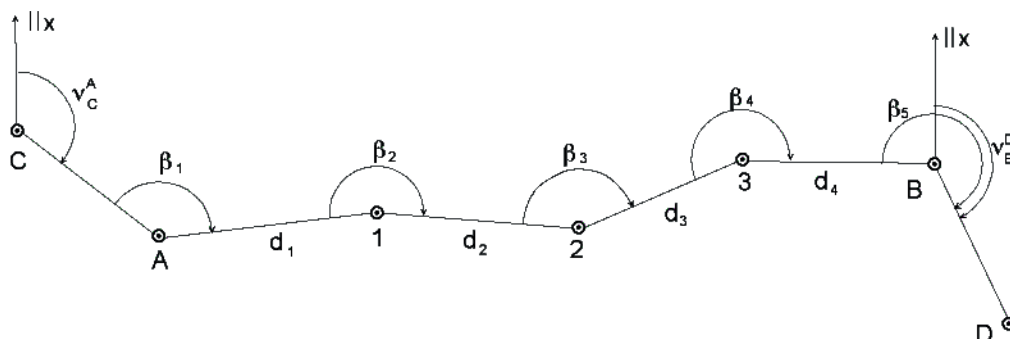
$$x_2 = x_1 + \Delta x_1 \quad (6.17)$$

$$y_3 = y_2 + \Delta y_2 \quad (6.18)$$

$$x_3 = x_2 + \Delta x_2 \quad (6.19)$$

Пресметувањето на координатите на полигонските точки во слеп полигонски влак се врши во тригонометриски образец бр. 19. При ова пресметување нема контрола како кај вметнатиот влак. Односно нема прекубројни мерења, па не може да се прави ни израмнување. Заради тоа при пресметувањето треба да се биде крајно внимателен и да се практикува во слепите влаци да не се поврзуваат повеќе од 2-3 точки.

6.6. Пресметување на координати на точки во вметнат полигонски влак



Слика 36: Полигонски влак

Вметнат полигонски влак е влакот кој започнува на дадена точка и завршува на друга дадена точка, што значи е вметнат помеѓу две точки со познати координати. Во овој случај имаме:

- дадени точки: $A(Y_a, X_a)$, $B(Y_b, X_b)$, $C(Y_c, X_c)$, $D(Y_d, X_d)$;
- мерени: $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, d_1, d_2, d_3, d_4$;
- непознати: $1(Y_1, X_1)$, $2(Y_2, X_2)$, $3(Y_3, X_3)$.

Пресметувањето во вметнат полигонски влак ќе биде објаснето преку решавање на конкретен пример.

Во ова пресметување се јавуваат одредени специфичности кои не беа случај кај слепиот влак. Разликата е во тоа што за пресметувањата кај слепиот влак се користат мерени величини, а кај вметнатиот израмнети или поправени величини.

Израмнувањето на мерените податоци кај вметнатиот влак произлегува од прекубројните мерења. Во овој случај прекубројните мерења се вредностите на аглиите и должините, кои не се неопходни за пресметување на координатите на полигонските точки. Значи, координатите може да се пресметаат и без нив.

Задача за размислување:

Разгледај ги мерените величини во вметнатиот влак, размисли за начинот на пресметување на координати и утврди кои мерени вредности се прекубројни.

Прекубројните мерења го усложнуваат процесот на пресметување, но во исто време обезбедуваат поголема точност и контрола на пресметаните координати во влакот.

Задача: Да се пресметаат дефинитивните координати на точките во полигонскиот влак од измерените и зададените вредности (скица за владот е дадена во прилог б.1.).

Зададени вредности:

- Координати на тригонометриски точки

Точка	Y	X	H
3239	5575131,75	5074187,43	117,01 m
3240	5575284,50	5074163,62	117,46 m
3257	5575556,76	5074130,89	117,63 m
3260	5574181,12	5073986,43	

Табела12: Координати на триангулациски точки

Пресметај: Врз основа на зададените координати и скицата на владот, пресметај ги почетниот и завршниот насочен агол во владот. (Искористи го програмот за пресметување на насочен агол изработен во Excel T.O.8.)

Мерени вредности:

- Врзни и прекршни агли

$$\beta_A = 177^\circ 34' 05''$$

$$\beta_1 = 179^\circ 58' 16''$$

$$\beta_2 = 181^\circ 57' 27''$$

$$\beta_3 = 178^\circ 35' 16''$$

$$\beta_4 = 179^\circ 08' 07''$$

$$\beta_B = 347^\circ 54' 48''$$

- Зенитни агли и коси должини

Секој агол и коса должина се мерени по два пати. Тие податоци се земени од соодветните тригонометриски обрасци и се сместени во оваа табела.

Точки	Зенитен агол	Коса должина
3240 1	89°27'23"	52,586 m
	89°28'05"	52,573 m
1 3240	91°02'33"	52,596 m
	91°02'43"	52,633 m
1 2	90°12'51"	60,423 m
	90°13'16"	60,420 m
2 1	90°11'38"	60,410 m
	90°11'34"	60,387 m
2 3	90°20'46"	54,155 m
	90°20'43"	54,157 m
3 2	90°09'43"	54,155 m
	90°09'37"	54,158 m
3 4	90°14'27"	55,044 m
	90°15'34"	55,041 m

Елаборат на полигонометриска мрежа

4	3	90°19'43"	55,036 m
		90°20'30"	55,060 m
4	3257	90°52'43"	52,056 m
		90°52'51"	52,055 m
3257	4	90°06'10"	52,052 m
		90°06'22"	52,051 m

Табела 13: Зенитни агли и коси должини

Пресметани вредности:

Задачата е поделена на два дела - положбено и висинско израмнување.

Положбено израмнување

По мерењето на зенитните агли z и косото растојание d , тие мерки треба да се редуцираат на хоризонт со помош на едноставна формула.

$$D_h = d_k \sin z$$

Точки		Хоризонтални должини
3240	1	52,584 m
		52,571 m
		52,587 m
		52,624 m
1	2	60,423 m
		60,420 m
		60,410 m
		60,387 m
2	3	54,154m
		54,156 m
		54,155m
		54,158 m
3	4	55,044 m
		55,040 m
		55,035 m
		55,059 m
4	3257	52,050 m
		52,049 m
		52,052 m
		52,051 m

Табела 14: Хоризонтални должини

По редуцирањето на косо мерените должини видливо е дека постојат четири мерења за секоја должина, па затоа треба да се изедначат:

$$h_d = \frac{h_{d1} + h_{d2} + h_{d3} + h_{d4}}{4} \quad (6.20)$$

По изедначувањето, дефинитивните должини изнесуваат:

Страни	Точки		Хоризонтално растојание
d_1	3240	1	52,592 m
d_2	1	2	60,410 m
d_3	2	3	54,156 m
d_4	3	4	55,045 m
d_5	4	3257	52,051 m

Табела 15: Изедначување на хоризонтални должини

Пресметување на насочните агли на страните

Претходно е споменато дека во вметнатиот полигонски влак за пресметување се користат израмнети, односно поправени вредности. За таа цел мора најнапред да се изврши израмнување на врзните и прекршните агли во влакот, односно да се пресмета агловното отстапување во влакот.

$$f_{\beta} = T_{\beta} - M_{\beta} = \text{ТРЕБА} - \text{МЕРЕНО} \tag{6.21}$$

При што **треба** се одредува кога вредноста на завршниот насочен агол во влакот ќе се зголеми за $N \cdot 180^\circ$, каде N е број на врзни и прекршни агли во влакот, или:

$$T_{\beta} = \vartheta_B^D \pm N \cdot 180^\circ \tag{6.22}$$

Вредноста **мерено** се добива кога почетниот насочен агол ќе се зголеми за вредноста на мерените врзни и прекршни агли во влакот, или:

$$M_{\beta} = \vartheta_C^A + \sum_{i=1}^N \beta_i \tag{6.23}$$

Пресметај ги T_{β} , M_{β} и f_{β} , со податоците од примерот.

Решение: Мерено = $263^\circ 59' 34''$; Треба = $264^\circ 00' 18.6''$; $f_{\beta} = 44.6''$

За да утврдиме дали агловните отстапувања се во границите на дозволеното, потребно е да се пресмета максималното дозволено отстапување, според следната табела.

Табела 16: Дозволеност отстапувања

податок на инструментот	дозволеност отстапувања					
	во еден гирус		во два гируси		во три гируси	
	основна	дополнителна	основна	дополнителна	основна	дополнителна
1''	-	-	$20''\sqrt{n}$	$30''\sqrt{n}$	$12''\sqrt{n}$	$18''\sqrt{n}$
$\leq 6''$	-	-	$30''\sqrt{n}$	$45''\sqrt{n}$	-	-
$\leq 30''$	$60''\sqrt{n}$	$60''\sqrt{n}$	$45''\sqrt{n}$	$60''\sqrt{n}$	-	-

Каде n е број на врзни и прекршни агли во влакот.

Пресметај го максималното дозволено отстапување за влак од основната мрежа ако агли се мерени во два гируси.

Решение: $f_{\beta max} = 20'' \cdot \sqrt{6} = 49''$

Ако агловното отстапување f_{β} е помало од дозволеното $f_{\beta max}$, може да се продолжи со пресметување. **Велиме дека отстапувањето е во границите на дозволеното.**

Пресметување на поправки за мерените врзни и прекршни агли:

Претпоставувајќи дека сите агли се мерени со иста точност, пресметувањето на поправките се врши пропорционално за сите агли подеднакво.

$$V = \frac{f_{\beta}}{n} \quad (6.24)$$

Пресметај ги поправките за мерените врзни и прекршни агли.

Решение: $V = \frac{f_{\beta}}{6} = 7.4''$

Добиените поправки се додаваат на врзните и прекршните агли и со тоа е направено израмнувањето. Насочните агли сега се пресметуваат преку поправените врзни и прекршни агли од влакот.

Пресметај: Поправи ги мерените врзни и прекршни агли во влакот, а потоа според соодветните формули пресметај ги насочните агли на страните.

Решение: Пресметаните насочни агли изнесуваат:

$$v_{3240}^1 = 96^{\circ}25'47.4''$$

$$v_1^2 = 96^{\circ}24'10.9''$$

$$v_2^3 = 98^{\circ}21'45.3''$$

$$v_3^4 = 96^{\circ}57'08.7''$$

$$v_4^{3257} = 96^{\circ}05'23.2''$$

Израмнување на координатни разлики

Проста метода

Теориски, збирите на координатните разлики треба да бидат еднакви на разликите на координатите на завршната и почетната страна од влакот. Како резултат на тоа што мерењата не може да се извршат апсолутно точно, ќе се појават извесни разлики помеѓу овие вредности.

$$\begin{aligned} [\Delta y] &\neq y_B - y_A \\ [\Delta x] &\neq x_B - x_A \end{aligned} \quad (6.25)$$

Координатните отстапувања се дефинираат со изразите:

$$f_y = (y_B - y_A) - [\Delta y] \quad (6.26)$$

$$f_x = (x_B - x_A) - [\Delta x] \quad (6.27)$$

Со цел да се утврди дали агловните отстапувања се во границите на дозволеното, потребно е да се одреди таканареченото вкупно линеарно отстапување f_d .

$$f_d = \sqrt{(f_y^2 + f_x^2)} \quad (6.28)$$

Пресметај ги координатните разлики за точките од влакот според формулите кои ги користеше во слепиот полигонски влак. Потоа одреди ги вредностите **треба и мерено**, разликите меѓу нив и вкупното линеарно отстапување во влакот.

Решение: Координатни разлики.

Табела 17: Координатни разлики

	$\Delta y = d_h \sin v$	$\Delta x = d_h \cos v$
3240	52,261 m	-5,890 m
1	60,033 m	-6,737 m
2	53,580 m	-7,876 m
3	54,640 m	-6,663 m
4	51,757 m	-5,522 m
3257		
Мерено Σ	27,272 m	-32,688
Треба	272,260 m	-32,730 m

Линеарните отстапувања во правец на X и Y оските во примерот изнесуваат:

$$f_y = -0,012 \text{ m}$$

$$f_x = -0,042 \text{ m}$$

Вкупното линеарно отстапување изнесува:

$$f_d = \sqrt{f_y^2 + f_x^2} = 0,044 \text{ m}$$

Дозволеното линеарно отстапување се пресметува зависно од начинот на мерењето на полигонските страни и од категоријата на теренот.

Ако должините се мерени класично со лента, дозволените отстапувања се пресметуваат според изразите:

-за терен I категорија $\Delta = 0,0035\sqrt{[d]} + 0,0002[d] + 0,05$

-за терен II категорија $\Delta = 0,0045\sqrt{[d]} + 0,0003[d] + 0,05$

-за терен III категорија $\Delta = 0,0060\sqrt{[d]} + 0,0004[d] + 0,05$

Во случај кога должините се мерени со зголемена точност (во полигонометриска мрежа), дозволеното отстапување се пресметува според:

$$\Delta = 0,0010\sqrt{[d]} + 0,00012[d] + 0,03$$

Пресметај дали вкупното линеарно отстапување е во границите на дозволеното.

Решение: $f_{dmax} = 0,079m > 0,044$, мерењето е во границите на дозволеното.

Поправките на координатните разлики се пресметуваат со помош на претпоставките дека сите растојанија се мерени со иста точност:

$$V_{\Delta y1} = \frac{f_y}{\sum d} d_i ; V_{\Delta x1} = \frac{f_x}{\sum d} d_i \quad (6.29)$$

во оваа задача изнесуваат:

Табела 18: Поправка на координатните разлики

	$V_{\Delta y}$	$V_{\Delta x}$
3240		
1	-0,002 m	-0,008 m
2	-0,003 m	-0,009 m
3	-0,002 m	-0,008 m
4	-0,002 m	-0,008 m
3257	-0,002 m	-0,008 m

Со тоа се овозможува да се пресметаат дефинитивните координати на полигонските точки.

Пресметај ги поправените координатни разлики и дефинитивните координати на точките во влукот.

Решение: Координати на точките.

Табела 19: Координати на точките

Точки	Y	X
1	5575336,76	5074157,72
2	5575396,79	5074150,98
3	5575450,37	5074143,09
4	5575505,01	5074136,42
3257	5575556,76	5074130,89
Треба	5575556,76	5074130,89

Напомена: Во прилозите се дадени задачи.

6.7. Висинско израмнување

Висинското израмнување бара помалку залагање од позиционото, бидејќи се работи за една димензија помалку. Висинската разлика се пресметува со помош на изразот:

$$\Delta h_i = d_{ki} \cos Z_i + i_i - l_i \quad (6.30)$$

каде i е висината на инструментот, а l висината на призмата. Тие податоци се наоѓаат во тригонометрискиот образец во делот на оваа задача. Со нивна помош се пресметани висинските разлики помеѓу точките и како такви се наоѓаат во следната таблица.

Табела 20: Висински разлики

	Δh
3240	0,961 m
1	0,113 m
2	-0,146 m
3	-0,047 m
4	-0,527 m
3257	
Мерено (Σ)	0,354 m
Треба	0,170 m

Висинското отстапување се пресметува аналогно на претходните отстапувања и изнесува:

$$fH = -0,184 \text{ m}$$

Пресметувањето на поправките на висинските разлики се врши со изразот:

$$V_{\Delta h_i} = \frac{fH}{\Sigma d} d_i \quad (6.31)$$

и како такви се наоѓаат во следната табела.

	d	Δh	V	$\Delta h'$
3240				
1	52,592	0,961 m	-0,035	0,926 m
2	60,410	0,113 m	-0,041	0,072 m
3	54,156	-0,146 m	-0,036	-0,182 m
4	55,045	-0,047 m	-0,037	-0,084 m
3257	52,051	-0,527 m	-0,035	-0,562 m
$\Sigma d =$	274,254			
$fH / \Sigma d =$	-0,00067			

Табела 21: Поправка на висинските разлики

Според неа лесно може да се пресметаат изедначените висински разлики и дефинитивните висини на полигонските точки. Дефинитивните координати Y , X и H на точките од полигонскиот влак се дадени во следната табела.

Точки	Y	X	H
1	5575336,76	5074157,72	118,386
2	5575396,79	5074150,98	118,458
3	5575450,37	5074143,09	118,275
4	5575505,01	5074136,42	118,192
3257	5575556,76	5074130,89	117,630
Треба	5575556,76	5074130,89	117,630

Табела 22: Координати на точките.

6.8. Пресметување координати на точки во затворен полигонски влак

Влакот кој започнува и завршува на една иста дадена точка се нарекува затворен полигонски влак. Овој влак многу често се развива на терен во случај кога постои потреба од локална полигонска мрежа. Односно, во случај да не постојат или не може да се откријат веќе постоечки точки од некоја мрежа. Затоа најчесто координатите на точките во затворениот влак се пресметуваат во локален координатен систем, кој го избираме произволно.

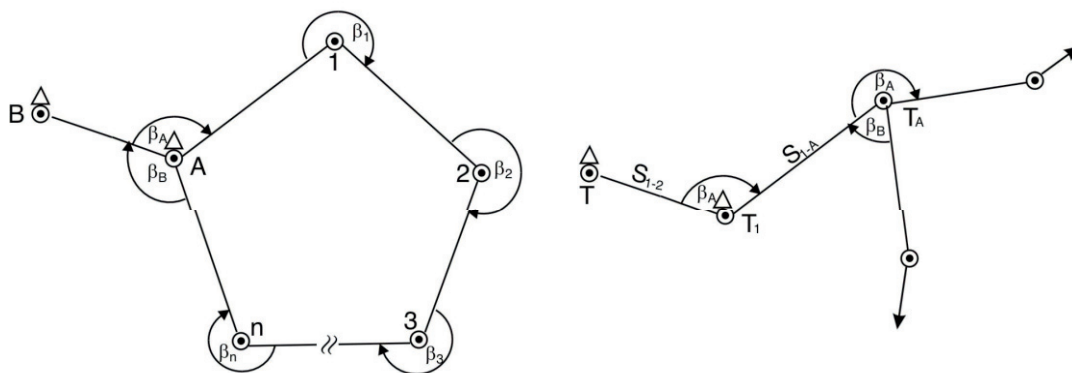
Кај затворените влаци во локална полигонска мрежа, координатниот систем е дефиниран преку почетната точка во влакот чии координати може да се изберат произволно (пример: 1 ($Y_1 = 0,000$; $X_1=0,000$)), а за почетен насочен агол се усвојува $\vartheta_1^2=90^\circ$. Оските на координатниот систем ќе се постават така што барем една од нив ќе се поклопува со една полигонска страна од влакот и ќе обезбедат сите точки во влакот да имаат позитивни координати.

Друг случај на затворен влак е кога влакот започнува и завршува на зададена веќе постоечка точка (слика).

Во тој случај имаме:

- дадени точки: $A(Y_a, X_a)$, $B(Y_b, X_b)$;
- мерени: $\beta_A, \beta_B, \beta_1, \dots, \beta_n$, и d_1, d_2, \dots, d_n ;
- непознати: 1 (Y_1, X_1), 2 (Y_2, X_2), ..., n (Y_n, X_n).

Слика 37: Затворен и слеп полигонски влак



Задача за размислување:

- Разгледај го цртежот и направи споредба помеѓу дадените и мерените вредности во затворениот и слепиот полигонски влак.
- Според мерените вредности заклучи во кој од нив има прекубројни мерења.
- Објасни што значат прекубројните мерења и дали од нив зависи постапката на пресметување на координатите на точките во влакот.

Израмнувањето на затворениот влак се врши на сличен начин како и кај вметнатиот. Разликата е само во начинот на одредување на агловните и координатните отстапувања. Ако при пресметувањето се земени внатрешните агли во влакот:

$$f_{\beta} = (n - 2) \cdot 180^{\circ} - \sum_{i=1}^n \beta_i \quad (6.32)$$

Ако, пак, при пресметувањето се земени надворешните агли во влакот:

$$f_{\beta} = (n + 2) \cdot 180^{\circ} - \sum_{i=1}^n \beta_i \quad (6.33)$$

Поправките, поправените агли и насочните агли се пресметуваат исто како кај вметнатиот влак.

Координатните разлики во правец на оските се пресметуваат како:

$$\begin{aligned} f_y &= 0 - [\Delta y] \\ f_x &= 0 - [\Delta x] \end{aligned} \quad (6.34)$$

Вкупното линеарно отстапување како:

$$f_d = \sqrt{(f_y^2 + f_x^2)} \quad (6.35)$$

Ако вкупното отстапување е во границите на дозволеното се пресметуваат поправките на координатните разлики. Целата понатамошна постапка на пресметување е иста како кај вметнатиот влак.

(пример во Т.О.19, во прилогот обрасци во Excel).

ГЛАВА 7

Во овој дел од учебникот учениците ќе имаат можност подетално да се запознаат со карактеристиките на геодетските планови и начинот на нивната изработка. Редоследно се објаснети постапките со кои учениците ќе треба да ги реализираат предвидените практични вежби за изработка на план за детаљ снимен по ортогонална метода.

Предвидена е индивидуална изработка на елаборат и план во размер 1:500 од страна на секој ученик.

7. Основни карактеристики на геодетскиот план

Тргувајќи од основната дефиниција според која геодезијата е наука која се занимава со премер на земјиштето и изработка на планови и карти, произлегува и финалниот продукт на геодезијата, а тоа се плановите и картите.

Потребата за цртеж на кој ќе биде претставен помал или поголем дел од Земјината површина, отсекогаш била присутна и е во тесна врска со техничкиот и стопанскиот развој на секоја држава. Природна потреба на секоја држава е да управува со просторот, а посебно со земјиштето како еден од најважните ресурси. Оттука произлегува и потребата за севкупни информации за просторот, како и можноста да се управува со него.

Геодетските планови се изработуваат врз основа на податоци добиени со премер, односно снимање на терен. Ако размислиме колку се вложува во обезбедувањето на точноста на податоците од снимањето, слободно може да се каже дека **геодетскиот план претставува точна и намалена слика на теренот, добиена врз основа на геодетско снимање**. Важно е да знаеме дека планот се добива како хоризонтална слика на Земјината површина, за која не се

зема предвид закривеноста на Земјата. Ако на него е претставена и вертикалната претстава на релјефот, тогаш се добива топографски план.

Планот се дефинира и како намалена, реална и недеформирана слика на помал дел од Земјината површина или како реална слика на теренот со различни објекти (граници, згради, води, сообраќајници и др.). На него се прикажуваат различни топографски содржини, кои се обележуваат со различни топографски знаци.

Планот се дефинира и според размерот: план претставува слика на земјиштето изработена во размер 1 : 5000 или покрупна. Секоја топографска подлога која е изработена во размер поситен од 1:5000 претставува карта. Многу често сликата за теренот изработена во размер 1:5000 се нарекува **план-карта**.

Изборот на размерот за изработка на планот зависи од повеќе фактори: бараната точност и намената на планот, големината на подрачјето и густината на детаљот кој ќе биде претставен на планот, големината на парцелите и објектите и нивната меѓусебна оддалеченост, карактерот на релјефот и др.

Геодетските планови се изработуваат во следните размери:

- 1:500 за картирање на градски населби, со голема усиданост и густ детаљ;
- 1:1000 за картирање на населени места со помала усиданост и помалку детаљ, како и за отворен терен со ситни парцели;
- 1:2000 и 1:2500 за картирање на отворен терен, надвор од населени места, со средна големина на парцели;
- 1:5000 за картирање на отворен терен со крупни парцели и малку детаљ.

Покрупниот размер бара и подетално снимање, што значи ќе обезбеди поголема прегледност и поголема точност. Нивото на деталност при снимањето на граничните линии, објектите, релјефот и останатиот детаљ на терен, зависи од размерот во кој треба да се изработи планот.

Податоците за просторот традиционално се прибираат со различни геодетски методи и се прикажуваат на плановите и картите, со различни техники на прикажување. **Снимањето на детаљот**, со кое се прибираат податоци за изработка на планот, може да се врши со:

- фотограметриска метода;
- ГПС метода (метода на глобално позиционирање) ;
- поларна (тахиметриска) ;
- ортогонална

Фотограметриската метода се применува кај снимање на големи површини, кога инвеститорот или проектантот ќе процени дека фотограметриската е порационална од поларната или ортогоналната метода. Размерот на снимање ќе зависи од размерот на картирање на планот, од начинот на обработка на снимките, карактеристиките на теренот и др.

Доколку се користи класична фотограметриска технологија, односот на размерот на аероснимањето и размерот на картирањето:

- не би требало да биде помал од 1:5, за размер на картирање 1:500 и 1:1000;
- да не е помал од 1:4, за размер на картирање 1:2000 и 1:2500;
- да не е помал од 1:3, за размер на картирање 1:5000 и 1:10 000.

Снимањето со ГПС методата е условено од повеќе фактори: скапа опрема, покриеноста со мрежа од ГПС точки и др. што во голема мерка влијае на изборот на оваа метода. Но во последно време таа е во голем подем.

Поларната (тахиметриската) метода се применува при снимање на детаљ на терен каде од една станица може да се измерат поларни координати (агол и должина) за поголем број на точки, како и ако се процени дека примената на оваа метода е најрационална.

Ортогоналната метода се користи за снимање во населени места со густ детаљ и голема усиданост, во случаи каде поларната и фотограметриската не може да се применат или не може да ја обезбедат потребната точност.

Според подлогата и начинот на кој се изработуваат плановите може да бидат **аналогни** (хартиена подлога) или **дигитални** (компјутерска обработка).

Заради своето значење и потребата за долгогодишно користење аналогните планови се изработуваат на материјали со најдобар квалитет. При изборот на материјал за изработка на план се внимава на чистотата на хартијата, нејзината еластичност и отпорност на температурни промени и влажноста на воздухот. Материјалите кои се користат за изработка на плановите мора да имаат мал процент на деформации и можност за копирање. Заради тоа освен хартиена, за подлога може да се користат и други материјали како: астралон, дурасол, хостафан и др.

Денес класичните, односно аналогните планови, се заменуваат со дигитални планови. Дигиталната форма на плановите во голема мерка го олеснува користењето на планот и овозможува поедноставно чување и внесување на промени.

Производителите на инструментите за снимање на детаљ нудат и софтверски пакети за обработка на податоците од мерењето. Тоа се најчесто CAD програмски пакети, кои се карактеризираат со модерен систем на мерки, висока прецизност, систем за димензионирање кој ги задоволува и најстрогите технички стандарди. Во изработката на геодетските подлоги CAD софтверските пакети имаат голема примена денес, не само заради точноста и брзината со која може да се изработи еден план, туку и заради можноста да ги одвои катастарскиот план од топографскиот приказ, како и да ги прикаже во различни слоеви. Се врши одвојување во слоеви и на останатиот детаљ од планот со што се овозможува многу поголема прегледност.

7.1. Поделба на детални листови и детални скици

Територијата на секоја држава е покриена со одреден број на планови. За да може да се утврди со кој план е покриен одреден дел од државата, потребно е секој план да има своја „адреса“ во рамките на државниот координатен систем таканаречена **номенклатура**.

Размисли: во кој правоаголен координатен систем се наоѓа Р. Македонија и нацртај како се поставени X и Y оските во овој систем.

Секој координатен систем е поделен на правоаголници наречени **тригонометриски секции**. Првиот дел од номенклатурата на планот ја носи ознаката на тригонометриската секција во која припаѓа планот.

Тригонометриска секција се одредува според координатите на познатите (дадените) точки од геодетската мрежа која е користена како основа при снимање на детаљот, а ќе се користи и како основа за картирање на истиот. Најчесто се одредуваат средни вредности на координатите:

$$Y_{sr} = \frac{Y_{min} + Y_{max}}{2} ; \quad X_{sr} = \frac{X_{min} + X_{max}}{2} \quad (7.1)$$

Каде:

Y_{min} и X_{min} – се минималните вредности на координатите по Y и X;
 Y_{max} и X_{max} – се максималните вредности на координатите по Y и X.

Задача: Во прилогот 7.1. се зададени координатите и котите на полигонските точки кои се користени како основа за снимање на детаљ за план во размер 1:500. Одреди ги средните вредности на координатите.

Положбата на тригонометриската секција за секој план се одредува во рамките на правоаголниот координатен систем во кој се наоѓа и се формира на следниот начин:

Пример: Ако:

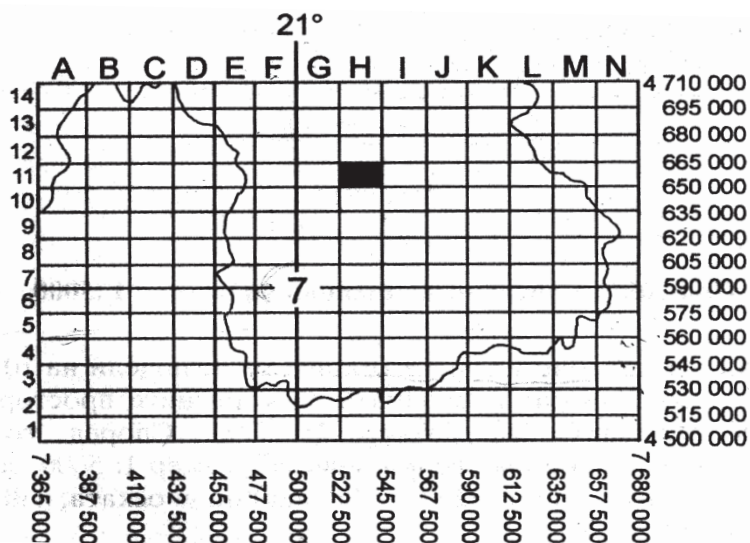
1. бројот на координатниот систем е **7**;
2. буквата со која е обележана колоната е **E**;
3. бројот со кој е обележан редот е **11**;
4. тригонометриската секција е **7E11**.

Кога е одредена тригонометриската секција, може да се утврдат и нејзините почетни и завршни координати.

Задача: Разгледај ја сликата 40 и одреди во која тригонометриска секција припаѓаат средните вредности на координатите кои ги пресмета. Потоа одреди ги почетните и завршните координати на секцијата.

Консултурај се со наставникот и учениците.

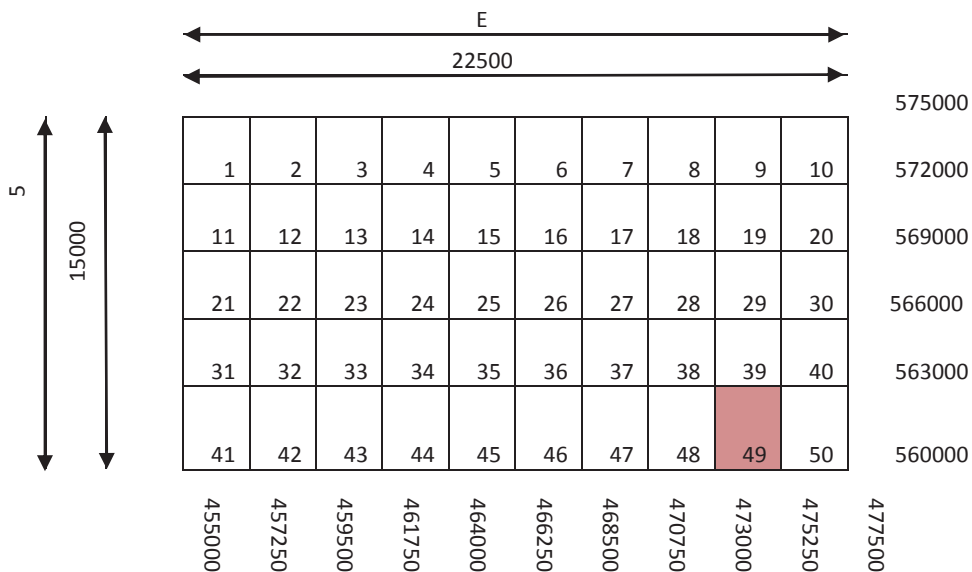
Решение: Триг.секција **7E5**.



Слика 38 : Тригонометриски секции на 7-от координатен систем

7.1.1. Поделба на листови за планови
 во размер 1:5000

Кога една тригонометриска секција ќе се подели на 10 колони и 5 редови се добиваат 50 планови во размер 1:5000. Нивниот корисен простор има димензии (2250 m x 3000 m) на терен или (450 mm x 600 mm) на план. Номенклатурата на плановите во размер 1:5000 се состои од тригонометриската секција и бројот на листот во рамките на таа секција.



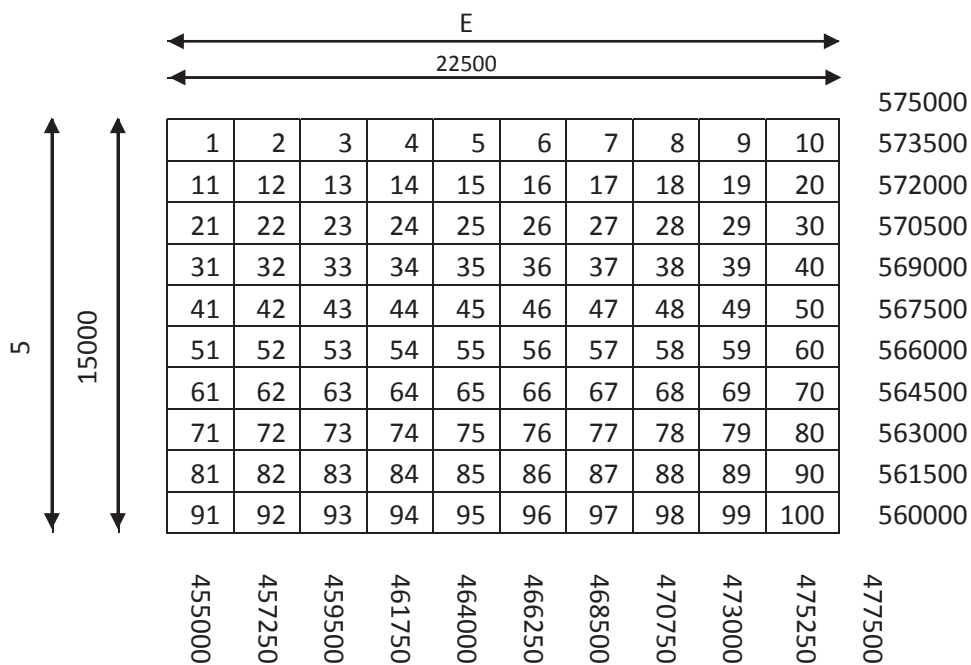
ГЛАВА 7
Елаборат по геодетски планови

Задача: Разгледај ја поделбата во размер 1:5000 и одреди го бројот на листот во кој се наоѓаат средните вредности на координатите кои ги пресмета. Формирај ја номенклатурата на тој лист и одреди ги неговите почетни и завршни координати. Консултурај се со наставникот и учениците.

Решение: Триг.секција 7Е5-49.

7.1.2 Поделба на листови за планови
во размер 1:2500

Кога една тригонометриска секција ќе се подели на 10 колони и 10 редови, се добиваат 100 листови во размер 1:2500. Корисниот простор на овие планови изнесува 900 mm x 600 mm и покриваат површина од 2250 m x 1500 m на терен. Нумерирањето на листовите се врши од 1 до 100. Номенклатурата на плановите во размер 1:2500 се состои од тригонометриската секција и бројот на листот во рамките на таа секција.

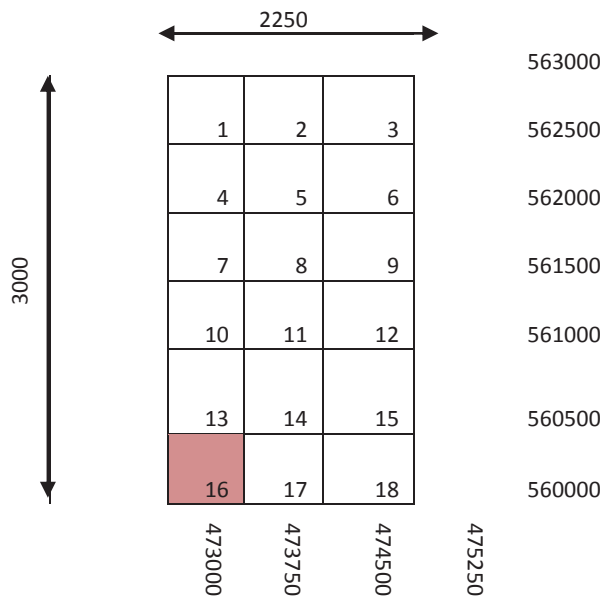


Задача: Разгледај ја поделбата во размер 1:2500 и одреди го бројот на листот во кој се наоѓаат средните вредности на координатите кои ги пресмета. Формирај ја номенклатурата на тој лист и одреди ги неговите почетни и завршни координати. Консултурај се со наставникот и учениците.

7.1.3. Поделба на листови за планови
во размер 1:1000

Поделбата на листовите во размер 1:1000 се врши во рамките на листот во размер 1:5000. Овој лист се дели на 3 колони и 6 редови, со што се добиваат 18 листови во размер 1:1000. Корисниот простор на овој лист има димензии 750 mm x 500 mm, односно 750 m x 500 m на терен. Нумерирањето на листовите се врши од 1 до 18. Номенклатурата на плановите во размер 1:1000 се состои од тригонометриската секција, бројот на листот во размер 1:5000 и бројот на листот во размер 1:1000.

Задача: Разгледај ја поделбата во размер 1:1000 и одреди го бројот на листот во кој се наоѓаат средните вредности на координатите кои ги пресмета. Формирај ја номенклатурата на тој лист и одреди ги неговите почетни и завршни координати.
Решение: Триг.секција 7E5-49-16.

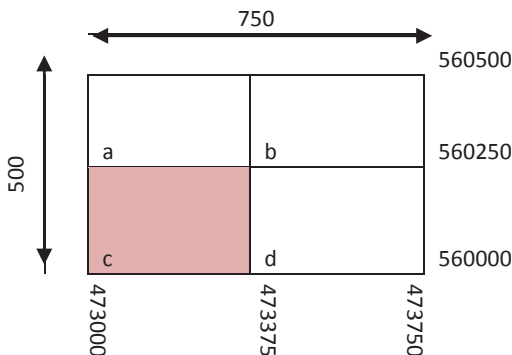


7.1.4. Поделба на листови за планови
во размер 1:500

Листовите на плановите во размер 1:500 се добиваат врз основа на поделбата на листови во размер 1:1000. Еден план во размер 1:1000 содржи четири листа со размер 1:500. Листовите во размер 1:500 се нумерираат со мали латински букви а, b, c и d.

Што значи листот 7E5-49-16 добиен во размер 1:1000 сега ќе се подели на четири листа. Врз основа на координатите на точките сега може да одредиме дали

детаљот што ќе го картираме се наоѓа само на еден или повеќе листови. Заради тоа, ќе биде од корист ако одредиме во кои листови во размер 1:500 се наоѓаат максималните и минималните координати на дадените точки по x и по y .



Задача: Разгледај ја поделбата во размер 1:500 и одреди го бројот на листот во кој се наоѓаат средните вредности на координатите кои ги пресмета. Формирај ја номенклатурата на тој лист и одреди ги неговите почетни и завршни координати.

Решение: Триг.секција 7Е5-49-16с.

7.1.5 Поделба на детални скици

Исцртувањето на плановите се врши на подлога со формат А0, што е премногу голема и непрактична за скицирањето на детаљот при снимање. Заради тоа плановите се делат на 2 или 4 дела со што се добиваат детални скици (понатаму ДС) на кои се врши скицирањето. Поделбата на ДС зависи од размерот и димензиите на планот. За снимање на детаљот во размер 1:2500, 1:1000 и 1:500, ДС се добиваат со делење на плановите на 4 еднакви дела. За поедноставно скицирање, на ДС е нанесена мрежа од квадрати со црвена боја.

ДС ќе ги имаат следните димензии:

Табела 23: Димензии на квадрати според размер

размер	димензии на ДС	димензии на квадрати
1:2500	45 x 30 cm	5 cm
1:1000	37.5 x 25 cm	2.5 cm
1:500	37.5 x 25 cm	2.5 cm

(Во прилогот 7.1.5 се прикажани ДС во размер 1:1000 и 1:500)

Заради густината на детаљот многу често димензиите на ДС не се доволни за да се обезбеди добра прегледност на детаљот што се скицира. Затоа се практикува ДС да се изработуваат во размер два пати покрупен од размерот на картирање. Па наместо 4 се од еден план се добиваат 16 ДС.

Нумерирањето на ДС се врши во рамките на еден план од 1 до 4, односно до 16. Бројот на деталната скица се запишува како дробка во која именителот го покажува бројот на планот, а броителот бројот на деталната скица во рамките на тој план. Пример: ДС 1/12, ДС 2/12, ДС 3/12 и ДС 4/12 се детални скици од планот 12, а бројот на скиците е 1, 2, 3 и 4.

ДЛ.12

ДС 1/12	ДС 2/12
ДС 3/12	ДС 4/12

7.2. Нанесување на дециметарска мрежа, корисен простор и опис на планот

За поедноставно снаоѓање во корисниот простор, на плановите се исцртува координатната (дециметарската) мрежа. Оваа мрежа од квадрати го исполнува **корисниот простор** на планот и овозможува полесно нанесување на точките со помош на координати. Корисен простор е оној дел од планот во кој се исцртува детаљот. Тој е ограничен со линии паралелни на *x* и *y* оските од државниот координатен систем. Овие линии претставуваат граница до која може да се исцртува детаљот на тој план. Надвор од корисниот простор, останува **слободен простор**, во кој се изработува **опис на планот**. Описот на планот содржи одредени податоци, наслови, координати и др.

Димензиите на корисниот простор зависат од размерот на планот. Колкава ќе биде должината на страните кои го ограничуваат корисниот простор може да се утврди од следната табела.

Табела 24: Димензии на корисен простор на план, според размер

размер	димензии на корисен простор				површина (ha)
	во размер		во природа		
	по <i>y</i> оска (cm)	по <i>x</i> оска (cm)	по <i>y</i> оска (m)	По <i>x</i> оска (m)	
1:5 000	45	60	2250	3000	675
1:2 500	90	60	2250	1500	337,5
1:2 000	75	50	1500	1000	150
1:1 000	75	50	750	500	37,5
1: 500	75	50	375	250	9,4

ГЛАВА 7
Елаборат по геодетски планови

Задача: Планот кој треба да го изработиш е во размер 1:500. Со помош на претходната табела одреди ги димензиите на корисниот простор кој ќе го користиш и одреди колкава површина на терен покрива истиот.

Координатната мрежа ја сочинуваат квадрати чии димензии зависат од размерот на планот:

Табела 25: Димензии на дециметарски квадрати, според размерот

размер	димензии на квадрати
1:5000	5 cm
1:2500	10 cm

Плановите во размер 1:2000, 1:1000 и 1:500 имаат иста рамка на корисен простор, но освен квадрати во координатната мрежа имаат и правоаголници со димензии 5 x 10 cm, од левата или десната страна на корисниот простор.

Табела 26: Распоред на квадрати и правоаголници, според размерот

размер	ординатата на левиот агол завршува на (m)	ширина на крајна колона (cm)	
		лево	десно
1:500	00	10	5
	50	10	5
	25	5	10
	75	5	10
1:1000	00	10	5
	50	5	10
1:2000	000	10	5
	500	5	10

Нанесувањето на координатната мрежа може да се врши на повеќе начини, зависно од приборот со кој располагаме, и тоа:

- со дијагонали (обичен начин);
- со метален шаблон;
- со голем координатограф;
- дигитално на компјутер.

Овде ќе биде објаснет начинот на нанесување на координатна мрежа со помош на дијагонали.

Практична задача: Конструирај координатна мрежа со помош на дијагонали.

Потребен прибор и средства за работа: квалитетна хамер – хартија (формат А0), голем метален линијар и прибор за цртање.

Размисли: На кој начин ќе обезбедиш димензии на корисен простор 75 x 50 см за план во размер 1:500.

Редослед на работа:

1. На листот хамер (А0) исцртај ги неговите дијагонали со молив (6Н -8Н).
2. Пресекот на дијагоналите е средишната точка на листот и се обележува со фино пикирање со пикирна игла.
3. За да одредиш колку изнесува должината на дијагоналата на корисниот простор во размер 1:500, искористи ја Питагорината теорема за правоаголен триаголник

$$c^2 = a^2 + b^2 \text{ односно } c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

за размер 1:500, $a = 75 \text{ cm}$, $b = 50 \text{ cm}$, следи $c = 90,14 \text{ cm}$. (пресметај)

4. Половината од вредноста на дијагоналата $c/2=45,07\text{cm}$ нанеси ја на сите четири страни по дијагоналите на листот, почнувајќи од неговата средишна точка.
5. Со тоа ќе ги добиеш ивиците на корисниот простор на планот.
6. Поврзи ги добиените точки со линии паралелни на координатните оски и треба да добиеш правоаголник со димензии 75 x 50 m.
7. Испикирај ги ивиците на корисниот простор ако правоагоникот кој го доби е со соодветни димензии, во спротивно повтори ја постапка со поголема внимателност.

Следи исцртувањето на координатната мрежа:

1. На границите (рабните линии) од корисниот простор кои се исцртуваат со молив се обележуваат должини од по 10 cm (во правец на у и x оските).
2. Сега се извлекуваат линии паралелни со у и x оските, со кои ќе се спојат точките од спротивните ивици на корисниот простор.
3. Внатрешноста на корисниот простор ќе се исполни со мрежа од квадрати (и правоаголници во последната колона).

За да извршиш контрола на нанесената координатна мрежа:

1. Пресметај колку треба да изнесува дијагоналата на квадратите и правоаголниците од мрежата.
2. Контролирај дали сите исцртани квадрати и правоаголници имаат исти дијагонали.
3. Ако дијагоналите се исти или отстапуваат до 0,2 mm од пресметаната дијагонала, мрежата е добро конструирана и може да ја извлечеш во туш.

Постапка на извлекување:

1. Секоја пикирана точка се исполнува со туш.
2. Рамката на корисниот простор се извлекува со тенка линија (0,1 mm) со тоа што се прекинува на секој пикир.

3. Од пикирите кои се на рамката на корисниот простор се исцртуваат линии со должина 5 mm кон внатрешноста на корисниот простор.
4. Покрај точките од дециметарската мрежа во внатрешноста на корисниот простор се исцртуваат линии со должина од 5 mm, на сите четири страни паралелно со координатните оски така што формираат крст покрај секоја точка.

На така нанесена координатната мрежа ѝ се придружува описот на планот, кој се испишува надвор од корисниот простор.

Описот на планот треба да ги содржи следните податоци:

- вид на планот;
- размер на планот;
- име на државата;
- име на катастарската општина;
- број на листот на планот;
- номенклатура;
(сите тие се испишуваат над корисниот простор на планот, најчесто со висина на букви 7 mm);
- правоаголни координати на темињата на координатната мрежа (под корисниот простор за y-оската, а лево и десно од корисниот простор за x-оската, со висина на броеви 2 mm);
- ознака за начинот на кој е сниман детаљот од планот;
- картографска проекција;
- еквидистанција на изохипсите;
- име на органот кој вршел контрола и др.

Практична задача: Изврши контрола и извлекување во туш на координатна мрежа и испиши го описот на планот.

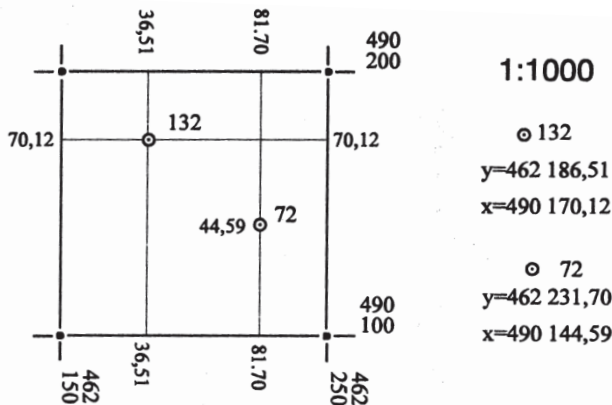
Потребен прибор и средства за работа: *квалитетна хамер-хартија (формат A0), голем метален или пластичен линијар и прибор за цртање.*

7.3. Нанесување на геодетски точки

Нанесувањето на геодетските точки (тригонометриски, полигонски и линиски) се врши на обичен начин со размерник, со голем координатограф или дигитално на компјутер (ако се работи за изработка на дигитален план). Нанесувањето на обичен начин се врши по следниот редослед:

1. Среди координатите на дециметарската мрежа се утврдува квадратот во кој треба да се нанесе точката.

- Во однос на рабните координати на дециметарскиот квадрат да се одредат координатните разлики Δy и Δx .
- Пресметаните Δy и Δx се нанесуваат во дециметарскиот квадрат соодветно на координатните оски (Δy на долниот и горниот раб од дециметарскиот квадрат, а Δx на левиот и десниот раб).
- Точката се наоѓа во пресекот на линиите повлечени меѓу соодветните точки нанесени на спротивните страни на дециметарскиот квадрат.



Слика 39: Нанесување на геодетска точка.

Практична задача: Нанеси ги зададените геодетски точки на планот во размер 1:500, со помош на координати.

Потребен прибор и средства за работа: размерник и прибор за цртање.

7.4. Контрола на нанесените геодетски точки

Без разлика на начинот на кој се нанесени, мора да се изврши контрола на положбата на геодетските точки на планот. Еден од начините е преку споредување на должините меѓу геодетските точки, пресметани од координати и измерени од план. Постапка:

- Се пресметуваат растојанијата меѓу точките со помош на координатни разлики $d_r = \sqrt{(\Delta Y^2 + \Delta X^2)}$.
- Од планот, со помош на размерник се отчитуваат вредностите на должините меѓу точките.
- Се споредуваат соодветната мерена и пресметана должина меѓу точките.
- Доколку разликата на овие должини $f_d = d_r - d_{pl}$, по апсолутни вредности, не ја поминува границата на максималното дозволено отстапување, точките се добро нанесени.

По завршувањето на контролата на нанесените геодетски точки, се започнува со исцртување на нивните топографски знаци:

1. Секоја од точките се пикира и исполнува со туш.
2. Секоја точка се исцртува со топографски знак според топографскиот клуч.
3. Бројот на точката се испишува најчесто од десната страна на знакот, но ако тоа не е можно, се испишуваат и од левата страна (*ова испишување се практикува да се заврши откако ќе биде искартиран и исцртан детаљот, за да не се случи преклопување или сечење на линии со бројот на точката*).
4. Полигонските страни меѓу точките се извлекуваат според правилото дадено во топографскиот клуч (во правец на полигонската страна, од двете крајни точки се извлекува линија во облик црта-точка-црта, во должина од 1 cm).

Практична задача: Направи контрола и извлечи ги на планот, во туш, геодетските точки и страните меѓу нив со знаците предвидени според топографскиот клуч.

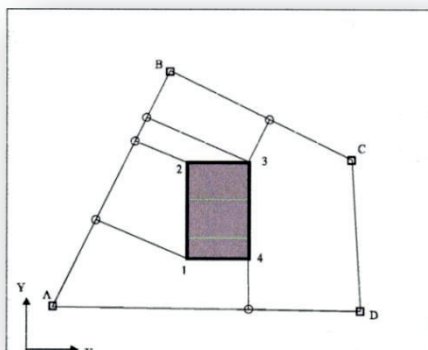
Потребен прибор и средства за работа: топографски клуч, прибор за цртање со туш, шаблон со кругови.

7.5. Изработка на план за детаљ снимен по ортогонална метода

Под поимот картирање на детаљ снимен по ортогонална метода се подразбира постапката на одредување на положбата на деталните точки на план, врз основа на податоците од снимањето - **апсцисна и ординатна** вредност - измерени на терен. Како основа за картирање се користи полигонската или линиската мрежа, која била и основа за снимање на терен. Картирањето се врши на начин соодветен на начинот на снимање и речиси според истиот редослед како што е вршено теренското снимање.

Картирањето на детаљ снимен по ортогонална метода може да се врши со помош на триаголници (правоаголници) и размерник, или со ортогонален координатограф (транспортер). Податоците за картирање се преземаат од деталната скица на снимањето.

Слика 40 : Детаљ снимен по ортогонална метода



7.5.1. Подготовка за картирање

Пред да се започне со картирање на детаљ треба да се провери дали се завршени сите подготвителни работи кои му претходат на картирањето, и тоа:

- да е нанесена, контролирана и извлечена во туш координатната мрежа;
- да е нанесена, контролирана и извлечена во туш геодетската основа (полигонска или линиска мрежа);
- да се обележани пресеците на полигонските страни и линиите со рамките на корисниот простор;
- да се исцртани топографските знаци за геодетските точки (но без нивните броеви);
- да се испишани координатите на координатната мрежа по рамките на корисниот простор (од лева, десна и долна страна);
- да е испитан и ректифицикован координатографот (ако се користи).

Практична задача: Провери дали на планот кој го изработуваш се завршени сите подготвителни работи, кои му претходат на картирањето.

7.5.2. Ортогонален транспортер и неговата ориентација

Ортогоналниот транспортер е инструментот со кој се врши картирање на детаљ снимен по ортогонална метода. Од таа причина, тој е составен од апсцисен и ординатен линијар кои се поставени нормално еден на друг. Ординатниот линијар има можност да се движи (се лизга) по апсцисниот линијар. На двата линијари е нанесена поделба во три размери: 1:500, 1:1000 и 1:2500. На нив се поставени нониуси со кои се овозможува нанесување на делови помали од најмалата поделба на мерилото. На ординатниот линијар е поставена и рамка со носач на пикирна игла и лупа.

Секој координатограф пред употребата треба да биде испитан и ректифицикован. Без разлика на конструкцијата на координатографот, кај сите се испитуваат три основни услови:

- исправноста на пикирната игла;
- нормалноста на апсцисниот и ординатниот линијар;
- исправноста на поделбата на линијарите.

Под поимот **ориентација** се подразбира постапка на поставување на транспортерот во однос на линијата за картирање, во иста положба каква што биле апсцисата и ординатата (полската и рачната пантлика), во однос на линијата за снимање. Со помош на нониусот на размерникот се чита растојанието помеѓу крајните точки на линијата за картирање. Ова растојание треба да биде исто со растојанието меѓу тие две точки мерено на терен или да отстапува во граници на дозволеното.

7.5.3. Картирање на детаљ

Со картирање на детаљ се започнува од еден крај на листот и се продолжува кон другиот крај, не оставајќи празнини, т.е. не прескокнувајќи линии за картирање. При картирањето од една линија, без разлика дали се картира со триаголници или со транспортер, прво се нанесува вредноста на апсцисата, а потоа вредноста на ординатата за секоја детаљна точка.

Да биде појасно:

За секоја снимена точка по ортогонална метода мора да се добие апсциса (x) и ордината (y). **Апсциса (x)** претставува растојанието од почетната точка на линијата за снимање до подножјето на нормалата спуштена од деталната точка која се снима. **Ордината (y)** претставува растојанието на нормалата, од линијата за снимање до деталната точка.

Нанесувањето на апсцисната вредност се врши во однос на почетокот на линијата за снимање (картирање). Нормално на нанесената вредност на апсцисата се нанесува вредноста на ордината. Секоја искартирана детална точка се обележува на планот со пикирна игла. Веднаш со молив се заокружува, се запишува нејзиниот број и топографски знак ако има потреба.

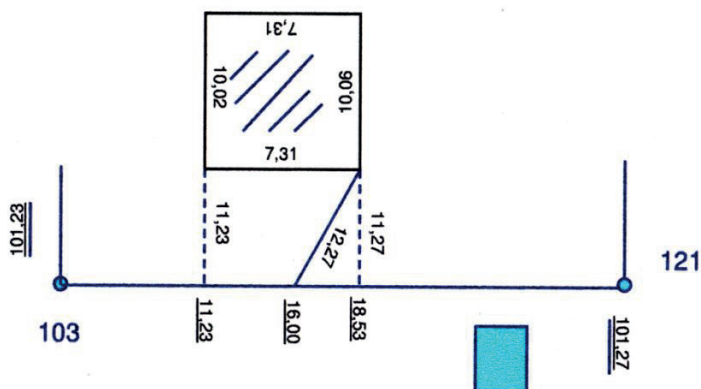
Треба да се настојува картирањето да биде во иста насока како и снимањето. Секако мора да се внимава и на размерот на планот. Сите нанесени линеарни величини мора да се во соодветен размер.

Во постапката на картирање, податоците за апсцисните и ординатните вредности, како и броевите на деталните точки и нивниот карактер се земаат од деталната скица на снимањето.

Поради поврзувањето на детаљот со соседните листови треба да се картира и надвор од корисниот простор, но да се знае дека овој детаљ не се извлекува во туш.

Пример од цртежот:

Линија за картирање е растојанието меѓу точките a 103 и 121. Снимањето според насоката во кој се испишани вредностите на апсцисите, започнало од точка 103 кон 121, па тоа ќе биде и насоката на картирање. Прво се нанесува апсцисната вредност **11,23** и нормално на неа ординатата **11,23**. Следна е точката со апсциса **18,53** и нејзината ордината **11,27**. Со тоа се добиени две точки од ист објект.



Слика 41 : Податоци за детаљ снимен по ортогонална метода.

Практична задача: Врз основа на податоците од снимањето кои ќе ги преземаш од деталната скица, искартирај ги снимените детални точки.

7.5.4. Контрола на картираниот детаљ

Контролата на картираниот детаљ се врши врз основа на податоците од контролните мерења кои се запишани на деталната скица во постапката на снимање. Како **контролни мерења** се користат: фронтви, коси и трансверзални одмерувања.

Фронт претставува растојанието меѓу две соседни снимени точки од ист објект.

Косо одмерување претставува растојанието од некоја снимена детална точка до вредноста на некој цел метар, прочитан на полската пантлика, поставена на линијата за снимање.

Трансверзално одмерување е растојанието помеѓу две снимени детални точки кои се наоѓаат на различна страна од линијата за снимање.

Дозволеното отстапување помеѓу должините на контролното растојание, измерени на терен (редуцирани на хоризонт) и истото тоа растојание измерено на план (од картираниот детаљ), зависи од размерот на планот.

ГЛАВА 7
Елаборат по геодетски планови

Табела 27: Дозволено отстапување.

Размер	Дозволено отстапување
1:500	$\Delta_g = 0,2 \text{ m}$
1:1000	$\Delta_g = 0,3 \text{ m}$
1:2000	$\Delta_g = 0,6 \text{ m}$
1:2500	$\Delta_g = 0,8 \text{ m}$
1:5000	$\Delta_g = 1,5 \text{ m}$

Ако разликата меѓу картираните растојанија и контролните мерења е во границите на дозволените отстапувања, се смета дека соодветниот детаљ е добро искартиран. Контролираниот фронт во тој случај се извлекува со полна права линија со молив.

Ако разликата меѓу наведените вредности не е во границите на дозволеното, фронтот на планот се извлекува со бранувана линија со молив. Потребно е да се утврди дали оваа грешка се појавила поради грешка во картирањето или грешка во снимањето. Ако грешката е направена при картирањето ќе се открие со повторно картирање.

Ако грешката се појави и по повторното картирање, најверојатно е дека постои грешка при снимањето. Во тој случај вредноста на контролното мерење на деталната скица се подвлекува со црвен туш. Сите грешки за кои ќе се утврди дека се појавиле како последица на грешка при снимањето се запишуваат во **список на грешки**. Во него се внесуваат сите податоци кои ќе бидат потребни за да се исправи грешката со повторно мерење на терен.

Табела 28: Список на грешки.

Список на грешки

ред. број на грешка	бр. ДС	број на квадрат на планот	вредност на апсциса бр. на дет. точка	опис на грешката	бр. на теренска исправка	бр. на дополнителна скица	забелешка
1	2	3	4	5	6	б	

Практична задача: Контролирај го картираниот детаљ со помош на вредностите на контролните мерења.

Препорака: Поедноставно е кога контролата се врши по картирањето од една линија. Секоја пронајдена грешка веднаш се внесува во списокот на грешки.

7.5.5. Извлекување на детаљот во туш

Извлекувањето на детаљот во туш се врши по завршената контрола на картираниот детаљ, и тоа така што:

- најнапред се заситуваат со туш сите пикирани точки;
- се исцртуваат топографски знаци за одредени детални точки;
- се поврзува картираниот детаљ во туш;
- се испишуваат котите на деталните точки, имињата на улиците, реките, викани места, катастарски општини, куќни броеви и др.;
- се исцртува шрафура на објектите според значењето (топографски клуч);
- се испишуваат броевите на геодетските точки и др. детаљ.

Извлекувањето и испишувањето се врши со црн туш дебелина 0,1 mm според упатствата во топографскиот клуч.

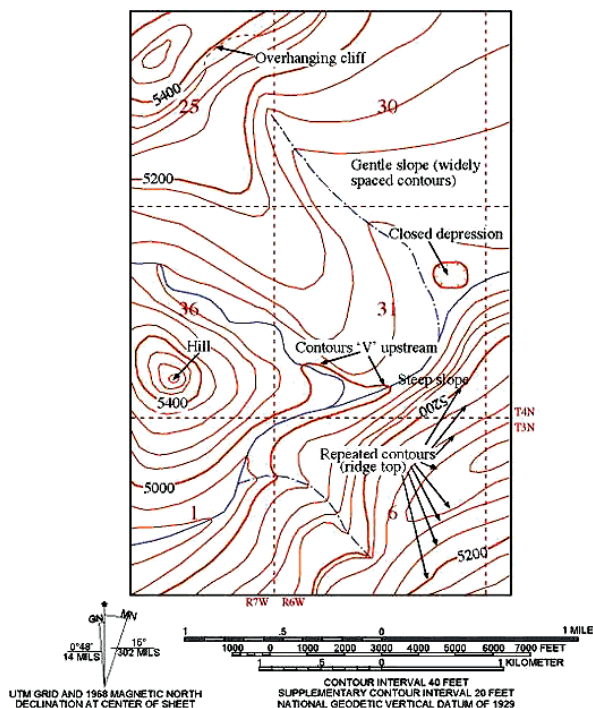
7.6. Висинска претстава на земјиштето претставена на плановите

За да се обезбеди целосна претстава за земјиштето, освен хоризонталната, на плановите се исцртува и вертикалната претстава. Релјефот на теренот, на плановите се прикажува со помош на **коти** (надморски височини) на точките или со **изохипси**.

со **изохипси**.

Изохипса е крива затворена линија која поврзува точки со иста надморска висина. Во случај кога се користат изохипси, се испишуваат и коти на највисоките и најниските места, потоа на пресечните точки каде се сечат сообраќајници, и коти на точки кои се карактеристични во висинска смисла.

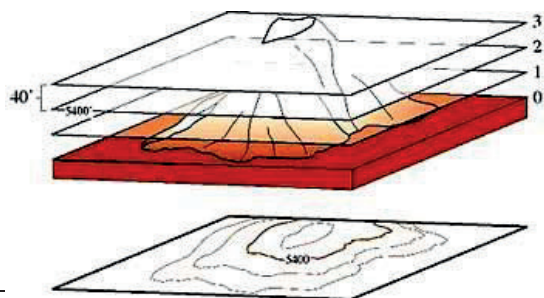
Претставувањето на релјефот може да биде и само со коти без изохипси, но тоа се само некои специфични случаи.



Слика 42 : Висинска претстава на план со изохипси

7.6.1. Еквидистанција на изохипсите

Висинското растојание меѓу две рамнини повлечени низ две соседни изохипси се нарекува **еквидистанција**. Таа зависи од конфигурацијата на теренот, размерот и намената на планот и точноста на висинската претстава.



Табела 29: Зависност на (e) од размерот

размер	еквидистанција (e)
1 : 500	0,5 m
1 : 1000	1,0 m
1 : 2000	2,0 m
1 : 2500	2,5 m
1 : 5000	5,0 m

Слика 43: Еквидистанција.

Ако има потреба некој дел од земјиштето подетално да се претстави во висинска смисла, постои можност да се користи половина или четвртина еквидистанција. Изохипсите со вакви еквидистанции не се извлекуваат со полни, туку со црткасти или точкасти линии.

7.6.2. Интерполација на изохипсите

Постапката со која се одредува местото каде поминуваат изохипсите на планот се нарекува **интерполација**. Интерполацијата може да биде нумеричка, графичка и механичка.

Како најчесто применувана се споменува нумеричката интерполација која се состои во пресметување на хоризонтални растојанија кои одговараат на соодветни висински разлики. Најчесто треба да се одредат три растојанија:

- од пониската детална точка до првата изохипса;
- од последната изохипса до повисоката точка;
- меѓу две соседи изохипси.

Пресметаните растојанија се нанесуваат помеѓу детални точки со познати надморски висини. Хоризонталните растојанија помеѓу целобројните изохипси на една линија се еднакви. Затоа се пресметува еднаш, а се нанесува онолку пати колку е потребно.

Ако точката А има надморска висина H_A , а точката В надморска висина H_B , а хоризонталното растојание меѓу нив е D , тогаш математички може да се пресметаат должините d_1 , d и d_2 .

$$D : \Delta H = d_1 : \Delta h_1 = d : \Delta h = d_2 : \Delta h_2$$

$$d_1 = \frac{D}{\Delta H} \cdot \Delta h_1$$

$$d = \frac{D}{\Delta H} \cdot \Delta h$$

$$d_2 = \frac{D}{\Delta H} \cdot \Delta h_2$$

Со нанесување на должината d_1 , потоа на должината d неколку пати (зависно од еквидистанцијата) и на крај должината d_2 , се одредуваат пресеците на изохипсите со хоризонталната должина D .

Пример: Да се пресметаат елементите за интерполација на изохипсите помеѓу точките А и В, ако е зададено:

$H_A = 764,27 \text{ m}$

$H_B = 797,15 \text{ m}$

$D = 47,5 \text{ m}$

$e = 2,5 \text{ m}$

Решение:

$\Delta H = 32,88$

$$\frac{D}{\Delta H} = \frac{47,5}{32,88} = 1,44 \text{ m}$$

$\Delta h_1 = 765 - 764,24 = 0,73$

$\Delta h_5 = 797,15 - 795 = 2,15$

$\Delta h_2 = 2,5$

$d_1 = 1,44 \cdot 0,73 = 1,05$

$d_2 = d_3 = d_4 = 1,44 \cdot 2,5 = 3,6$

$d_5 = 1,44 \cdot 2,15 = 3,10$

Пример: Да се пресметаат елементите за интерполација на изохипсите помеѓу точките А и В, ако е зададено:

$H_A = 552,54 \text{ m}$

$H_B = 560,06 \text{ m}$

$D = 45 \text{ mm}$

$e = 1 \text{ m}$

$\Delta H = 7,52$

$$\frac{D}{\Delta H} = \frac{45}{7,52} = 5,98 \text{ m}$$

$\Delta h_1 = 553 - 552,54 = 0,46$

$\Delta h_7 = 560,06 - 560 = 0,06$

$\Delta h_2 = 1$

$d_1 = 5,98 \cdot 0,46 = 2,75$

$d_2 = \dots d_6 = 5,98 \cdot 1 = 5,98$

$d_7 = 5,98 \cdot 0,06 = 0,36$

Практична задача: Изврши интерполација на изохипси на планот.

7.6.3. Конструкција на изохипсите

По завршената интерполација на неколку падни линии, се врши конструкција на изохипсите со меѓусебно поврзување на точките кои имаат исти висини. При ова треба да се имаат предвид ознаките за карактеристичните линии за висинската претстава евидентирани на деталните скици. Поврзувањето се врши со исцртување на благо закривени линии кои би одговарале на природниот облик на земјиштето, најпрво со молив, а потоа и со туш. За исцртување на изохипсите на план се користи сепија (светло кафеава) боја на туш.

Деталните точки снимени за хоризонтална и вертикална претстава на планот се исцртуваат со црн туш, додека точките снимени само за вертикална претстава се исцртуваат со сепија туш.

При извлекување на изохипсите треба да се внимава на правилото дека изохипси не се исцртуваат преку природни или вештачки објекти како што се: сообраќајници, насипи, згради, езера, мочуришта и др.

7.6.4. Испишување на висини на детални точки

Надморските висини на деталните точки се испишуваат со сепија туш, по можност од десната страна на деталната точка, паралелно со Y оската. Ако тоа не е возможно, висината се запишува во близина на точката од која било друга страна. За испишување на висините се користат броеви, со специфичен начин на испишување, карактеристичен за надморските висини (коти).

Начинот на испишување и висината на броевите се врши според топографскиот клуч.

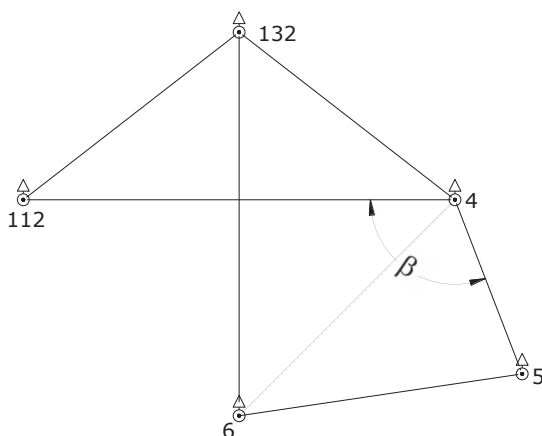
Практична задача: Откако ќе завршиш со извлекувањето на изохипсите и испишувањето на котите, направи контрола дали ги помина сите фази на изработка на планот, дали детаљот е целосно искартиран и извлечен во туш.

ЗБИРКА ЗАДАЧИ

ГЕОДЕТСКИ МЕРЕЊА
ЗАДАЧИ

1. Да се пресметаат аголот β и должината S_{6-5} ако се дадени:

а) скица:



б) координати на дадените точки :

Точка	Y	X
132	1563,78	3456,78
112	1000,88	2555,88

в) мерени хоризонтални правци:

Станица	Визура	I°	II°
112	4	0 00 05	179 59 45
	132	313 49 02	133 48 46
6	132	0 00 12	180 00 02
	4	48 21 58	228 21 48
	5	102 58 11	282 58 02
5	6	01 00 06	180 59 56
	4	65 43 59	245 43 48

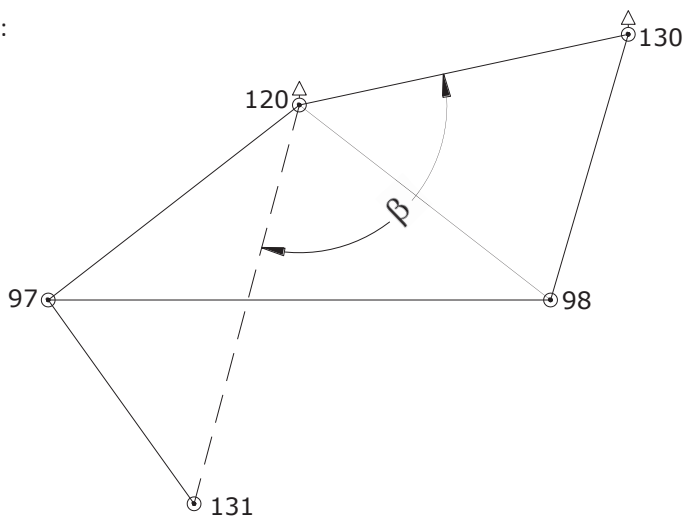
г) хоризонтални должини

Од -до	S
112 - 4	1744,89 m

ГЕОДЕТСКИ МЕРЕЊА
ЗАДАЧИ

2. Да се пресмета аголот β ако се дадени:

а) скица:



б) координати на дадените точки :

Точка	Y	X
120	3861,77	5773,88
130	6000,49	5771,64

в) мерени хоризонтални правци:

Станица	Визура	I°	II°
97	98	0 00 07	179 59 51
	131	52 47 24	232 47 15
	120	300 18 44	120 19 38
98	97	26 36 46	206 36 38
	120	88 10 13	268 10 09
	130	178 31 15	358 31 07

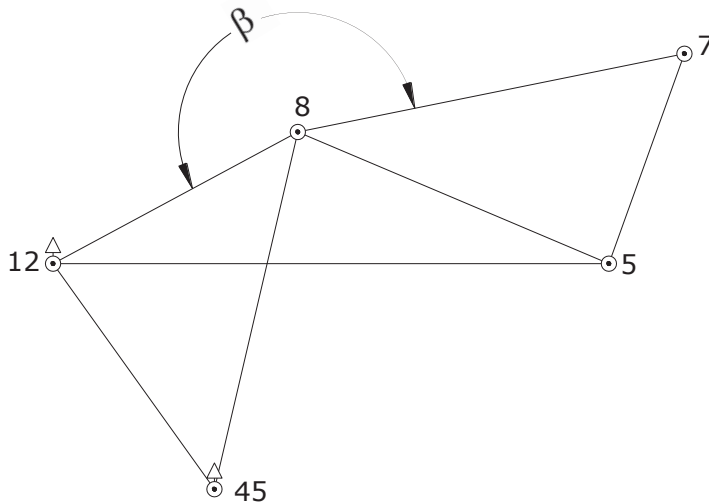
г) хоризонтални должини

Од -до	S
131 - 97	128,46 m
97 - 98	281,88 m

ГЕОДЕТСКИ МЕРЕЊА
ЗАДАЧИ

3. Да се пресмета аголот β ако се дадени:

1. скица:



б) координати на дадените точки :

Точка	Y	X
45	7082,72	2841,34
12	6225,65	3744,34

в) мерени хоризонтални правци:

Станица	Визура	I°	II°
5	12	0 00 03	179 59 42
	8	22 56 02	202 55 48
	7	11 28 17	291 27 59
8	5	00 01 02	180 01 00
	45	53 17 38	233 17 28
	12	130 09 14	310 09 06

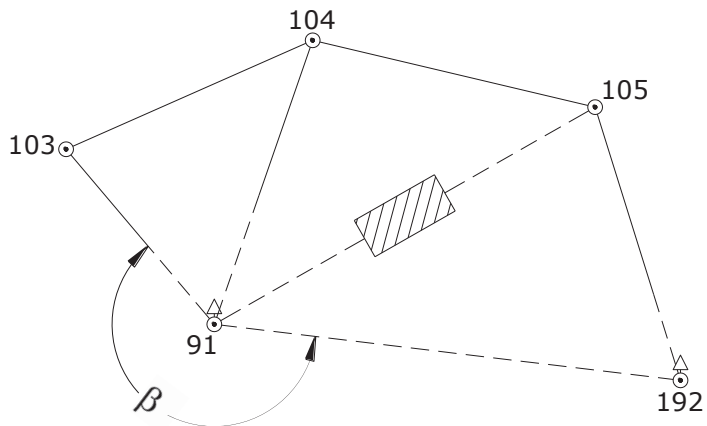
г) хоризонтални должини

Од -до	S
8 - 45	1207,48 m
5 - 7	636,63 m

ГЕОДЕТСКИ МЕРЕЊА
ЗАДАЧИ

4. Да се пресмета аголот β ако се дадени:

1. скица:



б) координати на дадените точки :

Точка	Y	X
91	2136,12	4631,55
192	2678,20	2703,00

в) Мерени хоризонтални правци:

Станица	Визура	I°	II°
103	104	0 00 05	179 59 51
	91	63 59 02	243 58 54
104	105	00 00 16	180 00 02
	91	51 21 58	231 21 47
105	103	126 58 08	306 58 04
	192	01 00 06	180 59 52
	104	162 43 59	342 43 50

г) Хоризонтални должини

Од -до	S
103-104	388,50 m
104-105	264,57 m

ГЕОДЕТСКИ МЕРЕЊА
ЗАДАЧИ

5. Да се нацрта скица и да се пресметаат приближни координати на точката 9 според дадените податоци:

1. координати на дадените точки:

Точка	Y	X
4	9323,56	9451,29
6	8258,48	7687,55

б) мерени хоризонтални правци:

Станица	Визура	
4	6	0 ^g 00 ^c 00 ^{cc}
	9	380 ^g 03 ^c 24 ^{cc}
6	4	00 ^g 00 ^c 00 ^{cc}
	9	58 ^g 07 ^c 22 ^{cc}

6. Да се нацрта скица и да се пресметаат приближни координати на точката 32 според дадените податоци:

а) координати на дадените точки:

Точка	Y	X
15	8487,31	5915,38
5	7377,19	7314,31

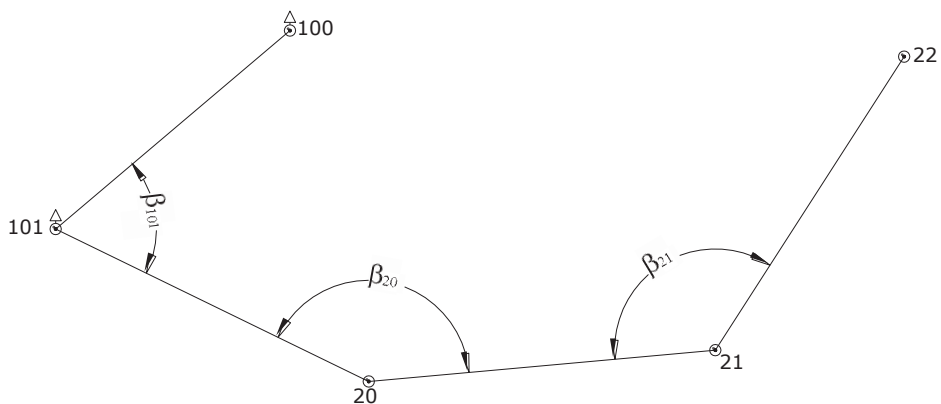
б) мерени хоризонтални правци:

Станица	Визура	
5	15	0 ^g 00 ^c 00 ^{cc}
	32	288 ^g 25 ^c 32 ^{cc}
15	5	00 ^g 00 ^c 00 ^{cc}
	32	32 ^g 45 ^c 46 ^{cc}

ГЕОДЕТСКИ МЕРЕЊА
ЗАДАЧИ

7. Да се пресметаат координатите на полигонските точки 20,21 и 22 ако е дадено:

а) скица:



б) координати на дадените точки :

Точка	Y	X
100	71500,33	59400,67
101	70990,16	58971,14

в) мерени врзни и прекршни агли:

B_{101}	$66^{\circ} 21' 05''$
B_{20}	$149^{\circ} 51' 20''$
B_{21}	$128^{\circ} 00' 20''$

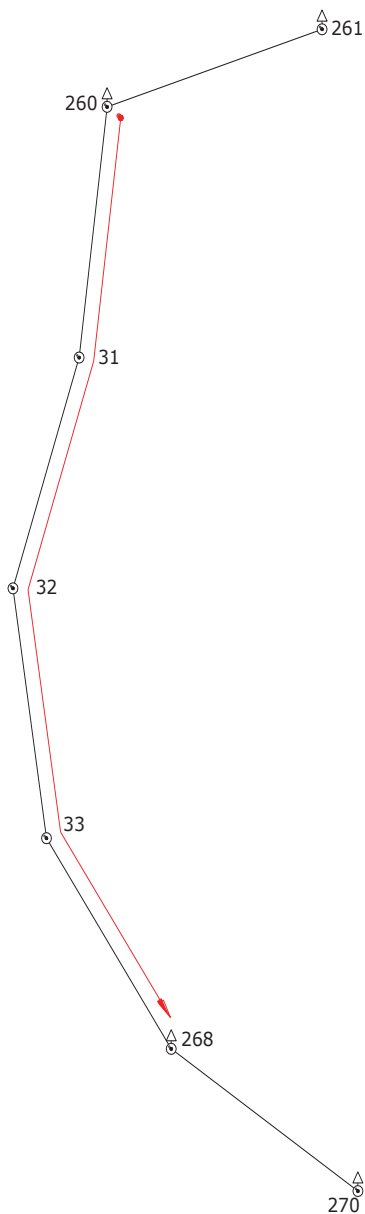
г) хоризонтални должини

Од -до	S
101-20	170,39 m
20-21	171,22 m
21-22	140,45 m

ГЕОДЕТСКИ МЕРЕЊА
ЗАДАЧИ

8. Да се пресметаат координатите на полигонските точки 31,32,33 ако е дадено:

а) скица:



б) Координати на дадените точки :

Точка	Y	X
260	74975,24	53418,75
268	75039,61	52669,42

в) Почетен завршен насочен агол:

$$\vartheta_{261}^{260} = 249^{\circ} 07' 32''$$

$$\vartheta_{268}^{270} = 147^{\circ} 30' 32''$$

г) Мерени врзни и прекршни агли:

β_{260}	$116^{\circ} 21' 05''$
β_{268}	$170^{\circ} 51' 20''$
B_{31}	$186^{\circ} 00' 20''$
B_{32}	$164^{\circ} 08' 20''$
B_{33}	$161^{\circ} 02' 55''$

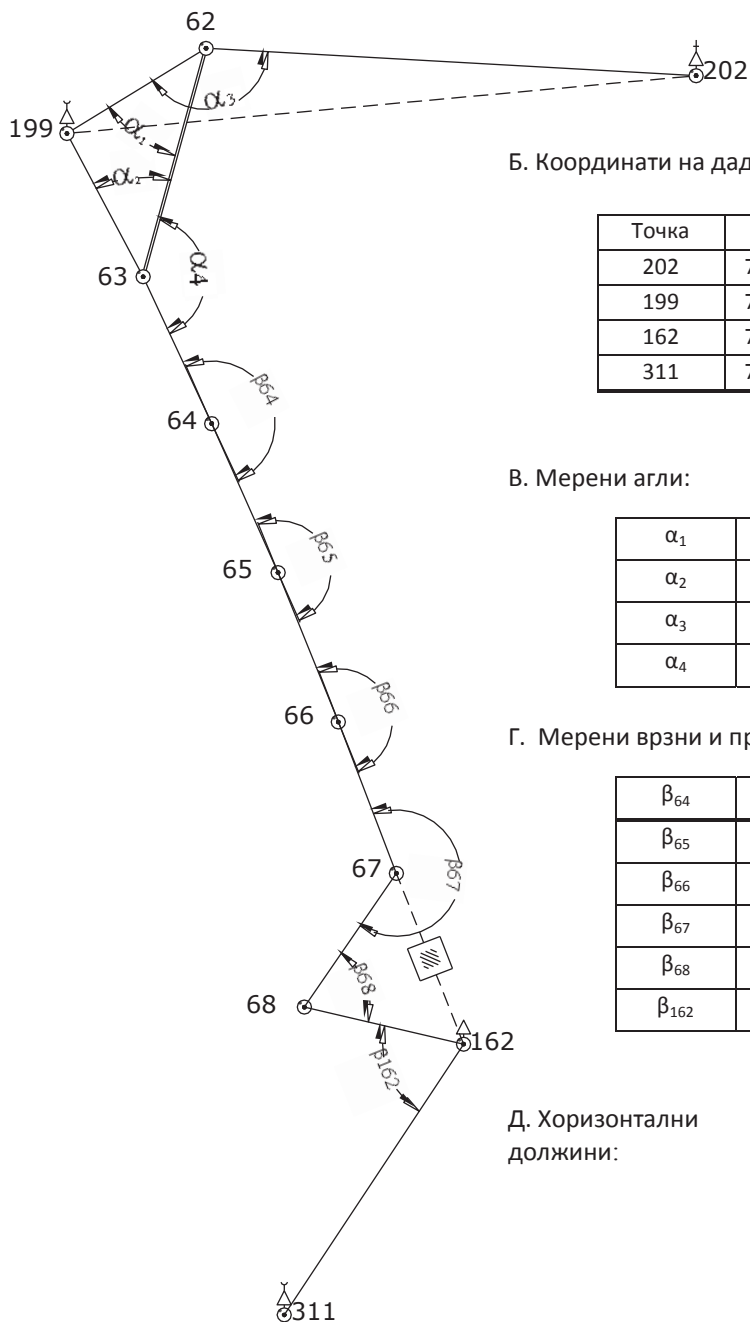
д) Хоризонтални должини

Од - до	S
260-31	192,07 m
31-32	139,00 m
32-33	203,16 m
33-268	239,04 m

**ГЕОДЕТСКИ МЕРЕЊА
ЗАДАЧИ**

9. Да се пресметаат координатите на полигонските точки 63,64,65,66 и 67 ако е дадено:

а). Скица:



Б. Координати на дадените точки:

Точка	Y	X
202	71500,34	60544,28
199	71703,65	60087,20
162	72697,29	60745,64
311	73138,11	60554,84

В. Мерени агли:

α_1	39° 44 ' 46''
α_2	45° 16 ' 20''
α_3	145° 12 ' 18''
α_4	138° 16 ' 16''

Г. Мерени врзни и прекршни агли:

β_{64}	116° 21 ' 05''
β_{65}	170° 51 ' 20''
β_{66}	186° 00 ' 20''
β_{67}	164° 08 ' 20''
β_{68}	161° 02 ' 55''
β_{162}	161° 02 ' 55''

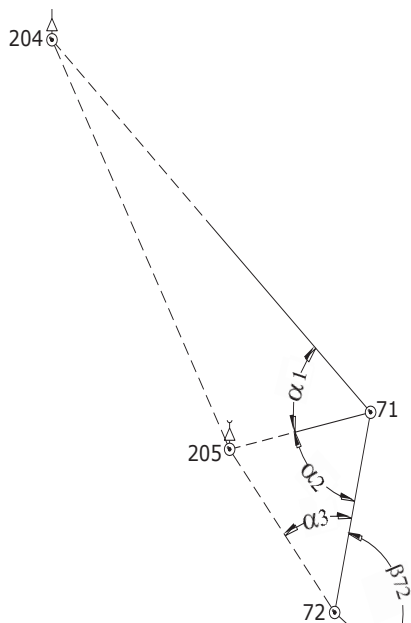
Д. Хоризонтални должини:

Од-до	S m
62-63	300,04
63-64	215,38
64-65	200,14
65-66	172,32
66-67	208,36
67-68	190,14
68-162	172,28

ГЕОДЕТСКИ МЕРЕЊА
ЗАДАЧИ

10. Да се пресметаат координатите на полигонските точки 71,72,73,74 и 75 ако е дадено:

А. Скица:



Б. Координати на дадените точки:

Точка	Y	X
204	64266,77	53782,35
205	64527,10	53271,44
206	65336,31	52539,41
207	65735,00	52887,34

В. Мерени агли:

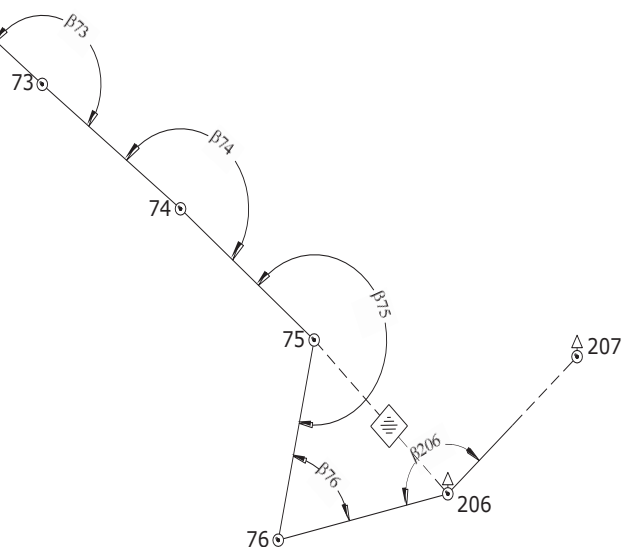
α_1	70° 24' 18"
α_2	51° 16' 12"
α_3	49° 08' 12"

Г. Мерени врзни и прекршни агли:

β_{72}	116° 08' 14"
β_{73}	180° 01' 02"
β_{74}	182° 10' 34"
β_{75}	242° 12' 12"
β_{76}	65° 02' 12"
β_{206}	151° 12' 48"

Д. Хоризонтални должини:

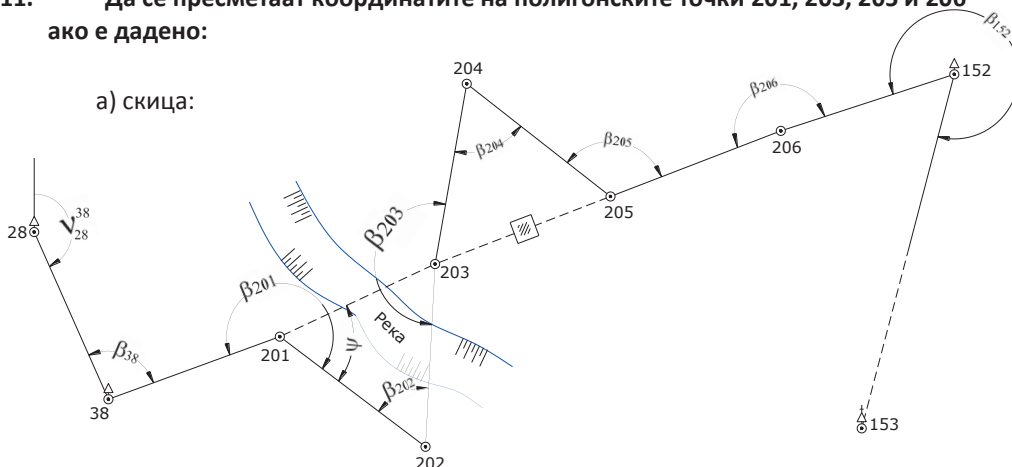
Од - до	S m
71-72	293,12
72-73	269,26
73-74	220,08
74-75	252,28
75-76	230,18
76-206	250,36



ГЕОДЕТСКИ МЕРЕЊА
ЗАДАЧИ

11. Да се пресметаат координатите на полигонските точки 201, 203, 205 и 206 ако е дадено:

а) скица:



б) координати на дадените точки :

Точка	Y	X
38	71500,14	60300,14
152	73021,89	60827,31
153	72743,56	59845,88

в) Мерен аглол:

ψ	$57^{\circ} 34' 14''$
--------	-----------------------

г. Насочен аглол:

θ_{28}^{38}	$156^{\circ} 20' 14''$
--------------------	------------------------

д) Мерени врзни и прекршни агли:

β_{38}	$94^{\circ} 14' 16''$
β_{201}	$237^{\circ} 14' 38''$
β_{202}	$56^{\circ} 04' 14''$
β_{203}	$187^{\circ} 12' 26''$
β_{204}	$62^{\circ} 12' 14''$
β_{205}	$121^{\circ} 12' 12''$
β_{206}	$183^{\circ} 04' 08''$
β_{152}	$302^{\circ} 40' 04''$

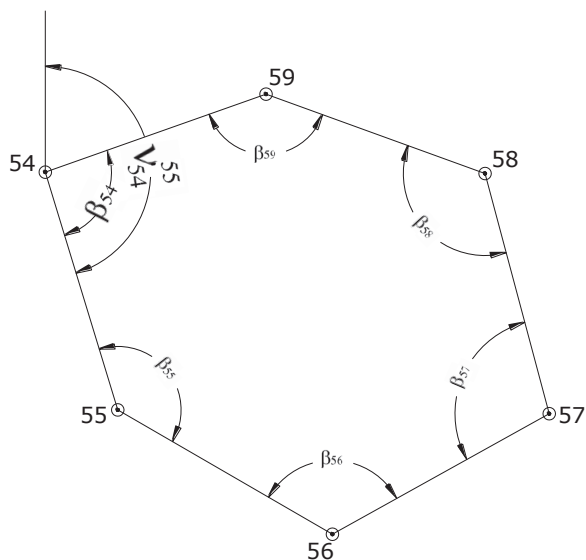
ф) Хоризонтални должини:

Од - до	S
38-201	312,04 m
201-202	365,14 m
203-204	350,14 m
204-205	354,28 m
205-206	305,28 m
206-152	298,84 m

ГЕОДЕТСКИ МЕРЕЊА
ЗАДАЧИ

12. Да се пресметаат координатите на полигонските точки 55,56,57,58 и 59 ако е дадено:

А. Скица:



Б. Координати на дадените точки:

Точка	Y	X
54	71500,14	62500,14

В. Почетен завршен насочен агол:

$$\vartheta_{54}^{55} = 163^{\circ} 02' 14''$$

Г. Мерени врзани и прекршни агли:

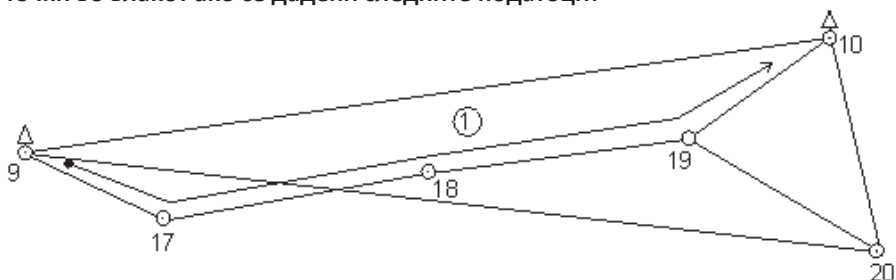
β_{54}	$108^{\circ} 41' 48''$
β_{55}	$137^{\circ} 01' 14''$
β_{56}	$121^{\circ} 54' 26''$
β_{57}	$104^{\circ} 28' 46''$
β_{58}	$134^{\circ} 28' 54''$
β_{206}	$113^{\circ} 24' 52''$

Д. Хоризонтални должини:

Од -до	S m
54-55	155,14
55-56	160,28
56-57	165,54
57-58	172,28
58-59	169,36
59-54	177,88

ГЕОДЕТСКИ МЕРЕЊА
ЗАДАЧИ

13. Да се пресметаат координатите и надморските висини на полигонските точки во влакот ако се дадени следните податоци:



- а) координати на дадените точки:

Точка	Y	X
9	6000,00	7000,00
10	6775,36	6980,66

- б) мерени хоризонтални правци:

Станица	Визура	I	II
9	10	0 00'18"	179°59'18"
	17	4 24 42	184 23 30
17	18	0 00 48	179 59 24
	9	186 06 06	6 05 18
18	17	0 01 12	179 59 48
	19	181 06 00	1 05 00
19	20	0 00 36	179 59 12
	18	121 44 18	301 43 06
	10	300 26 42	120 25 30
20	19	0 00 36	179 59 12
	10	62 05 18	242 04 06
	9	317 12 30	137 42

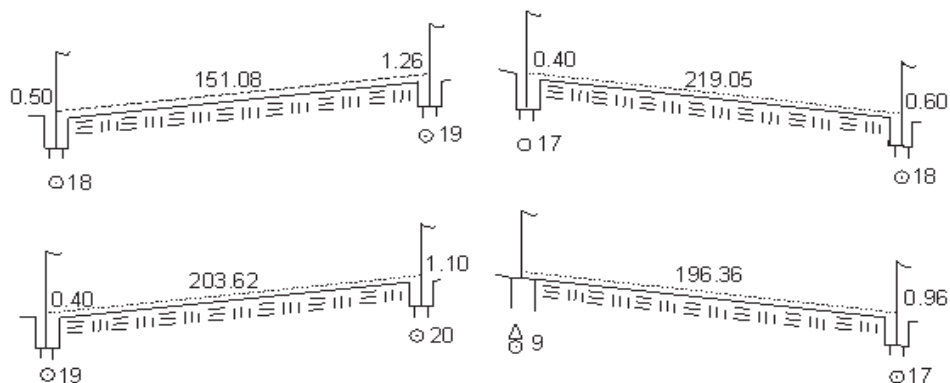
- в) мерени вертикални правци:

станица	i	визура	l	KL	KD
9	1,37	17	4,00	92°06'12"	267°57'36"
17	1,86	9	3,70	86 39 18	273 24 18
		18	2,00	93 00 24	267 03 12
18	1,93	17	1,80	87 02 42	273 00 42
		19	4,00	89 58 12	270 05 00
19	1,78	20	3,50	89 57 12	270 06 24
		18	2,00	89 13 06	270 50 30
		R36	1,00	90 07 24	269 56 36
		R36	1,09	90 05 36	269 00

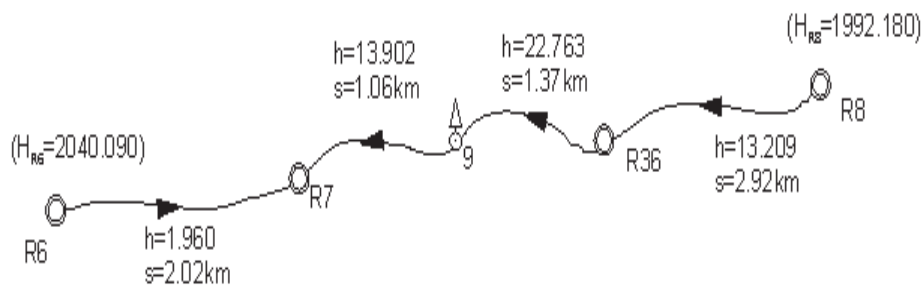
**ГЕОДЕТСКИ МЕРЕЊА
ЗАДАЧИ**

г) хоризонтална должина (D_{R36-19}) = 210,00 m

д) Должините се мерени на терен од втора категорија, на температура $t = 37^\circ\text{C}$, со пантлика која во постапката на компарирање при температура $t_0 = 20^\circ\text{C}$, имала вредност $l_r = 49,953\text{ m}$ ($l_n = 50,000\text{ m}$; $a = 0,00001111$). Мерените должини да се сведат на нулта нивовска површина ($R = 6377\text{ km}$).



ѓ) Податоци за генералниот нивелман помеѓу реперите и надморските висини на дадените реперите:



ГЕОДЕТСКИ МЕРЕЊА
ЗАДАЧИ

Решение:

Поправки на должините за влијанието на температурата и разликата меѓу работната и номиналната должина:

Ti	Tj	t	to	a	D	ΔD	D'	l_r	l_N	$\Delta D'$	D''
18	19	37	20	0,00001111	151,08	0,03	151,11	49,953	50,000	-0,14	150,97
17	18				219,05	0,04	219,09			-0,21	218,88
19	20				203,62	0,04	203,66			-0,19	203,47
9	17				196,36	0,04	196,40			-0,18	196,22

Пресметување на висински разлики и хоризонтални должини преку тригонометриски нивелман:

Стан	i	Виз	l	KL	KD	Z	S	DZ	Z'	Sr	DH
9	1,37	17	4,00	92°06'12"	267°57'36"	92°04'18"	196,22	+0°29'14"	92°33'32"	196,02	-9,72
17	1,86	9	3,70	86 39 18	274 24 18	86 37 30	196,22	+0 48 58	87 26 28	196,02	+9,72
		18	2,00	93 00 24	267 03 12	92 58 36	218,88	-0 00 56	92 57 40	218,59	-11,51
18	1,93	17	1,80	87 02 42	273 00 42	87 01 00	218,88	+0 01 06	87 02 06	218,59	+11,52
		19	4,00	89 58 12	270 05 00	89 56 36	150,97	+0 29 50	90 26 26	150,97	-1,92
19	1,78	20	3,50	89 57 12	270 06 24	89 55 24	203,47	+0 17 14	90 12 38	203,47	-1,45
		18	2,00	89 13 06	270 50 30	89 11 18	150,97	+0 22 19	89 33 37	150,97	+1,92
		R36	1,00	90 07 24	269 56 36	90 05 24				210,00	+0,45
		R36	1,09	90 05 36	269 58 00	90 03 48				210,00	+0,46

ГЕОДЕТСКИ МЕРЕЊА
ЗАДАЧИ

Сведување на должината на нулта нивовска површина:

Ti	Tj	Hi	Hj	Hm	S	ΔS	S'
18	19	2006,88	2004,95	2005,92	150,97	-0,05	150,92
17	18	2018,42	2006,88	2012,65	218,59	-0,07	218,52
19	20	2004,95	2003,50	2004,22	203,47	-0,06	203,41
9	17	2028,15	2018,28	2023,28	196,02	-0,06	195,96

Пресметување на надморски висини:

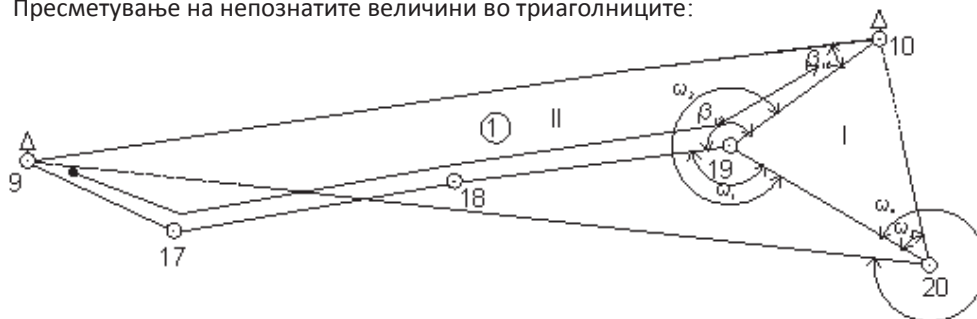
Ti	Dh	S	v	Dh'	H
R6					2040,090
	+1,960	2,02	+1	+1,961	
R7					2042,051
	-13,902	1,06	0	-13,902	
9					2028,149
	-22,763	1,37	+1	-22,762	
R36					2005,387
	-13,209	2,92	+2	-13,207	
R8					1992,180
M	-47,914	7,37	+4	-47,910	
T	-47,910				
f _H	+0,004				
D	0,043				

ГЕОДЕТСКИ МЕРЕЊА
ЗАДАЧИ

Редукција на правци:

станица	визура	I	II	редуцирани правци
9	10	0°00'18"	179°59'18"	0°00'00"
	17	4 24 42	184 23 30	4 24 18
17	18	0 00 08	179 59 24	0 00 00
	9	186 06 06	6 05 18	186 05 56
18	17	0 01 12	179 59 48	0 00 00
	19	181 06 00	1 05 00	181 05 00
19	20	0 00 36	179 59 12	0 00 00
	18	121 44 18	301 43 06	121 43 48
	10	300 26 42	120 25 30	300 26 12
20	19	0 00 36	179 59 12	0 00 00
	10	62 05 18	242 04 06	62 04 48
	9	317 12 30	137 11 42	317 12 12

Пресметување на непознатите величини во триаголниците:



Триаголник 1 19, 10, 20	<u>Дадено:</u> a=203,41 m $\beta = w_3 = 62^\circ 04' 48''$ $\gamma = 360^\circ - w_2 = 59^\circ 33' 48''$	<u>Пресметано:</u> b=211,12 m c=206,00 m $\alpha = 58^\circ 21' 24''$
Триаголник 2 10, 20, 9	<u>Дадено:</u> a={од координати }=775,60 b=206,00 m $\alpha = 360^\circ - (w_4 - w_3) = 104^\circ 52' 36''$	<u>Пресметано:</u> c=696,72 m $\beta = 14^\circ 52' 27''$ $\gamma = 60^\circ 14' 57''$
$a_{19-10} = 211,12 \text{ m}$	$\beta_{10} = \gamma_2 - \alpha_1 = 1^\circ 53' 33''$	$\beta_{19} = w_2 - w_1 = 178^\circ 42' 24''$

ГЕОДЕТСКИ МЕРЕЊА
ЗАДАЧИ

Пресметување на координати на полигонски точки по метода на просто, условно израмнување во влакот:

Бр.	Бр.	земени	Прекр. и врзни агли			должини	координати		Бр.
влак	точка		агли			страна	Y	X	точка
индекс	Ti		о	'	"	(m)			Ti
1	2	3		4		7	10	11	12
1	10		271	25	44,00				
					8,00				
	9		4	24	18,00		6000,00	7000,00	9
					8,00	195,96			
	17		173	54	4,00		6194,91	6980,09	17
					9,00	218,52			
	18		181	5	0,00		6413,40	6981,09	18
					8,00	150,92			
	19		178	42	24,00		6564,28	6978,93	19
					8,00	211,12			
	10		1	53	33,00	776,52	6775,36	6980,66	10
	9								

ЗАДАЧА

Предмет: *Геодетски мерења*

Ученик: _____

Задача за практична работа

Тема: Мерење и пресметување во вметнат полигонски влак

Да се пресметаат координати на полигонските точки во вметнат полигонски влак, за кој секоја работна група претходно изврши проектирање, рекогносцирање, стабилизација и теренско мерење на потребните величини.

Дадено:

1. Координати на тригонометриските точки на кои се потпира влакот.

Мерено:

2. Мерени хоризонтални и вертикални агли во влакот.
3. Мерени должини на полигонските страни во влакот.

Потребни пресметувања:

1. Тригонометриски образец бр.1 .
2. Висинско израмнување на влакот (во Excel).
3. Положбено израмнување Т.О бр..19 (во Excel).
4. Скица на полигонски влак (во Auto Cad).
5. Технички извештај за завршената работа.

Напомена: Зависно од постапката на мерење , податоците се преземаат од теренски записници или се врши пренос од ТС на компјутер.

Датум кога е зададена задачата: _____

Рок на предавање на задачата: _____

Оцена:

Прегледал проф.:

ПРИЛОЗИ

Практична задача бр. _____ Датум _____

Име на практичната задача , вежба

Место на реализација

1. Содржина на работата :

✓ Што научив денес (објасни)

✓ Што мислиш , која од информациите која ја доби денес е
НАЈВАЖНА ?

2. Материјали за работа

3. Цртеж (шема или скица)

4. Мислам дека не го совладав добро делот околу :

5. Прашање до професорот :

П пример : (Не ми беше доволно јасно.....,?Како да ? Мислам дека треба уште да вежбам за делот итн)

6. Дел за белешки за време на час кои ќе ми помогнат во учењето :

7. Мојата денешна работа на час ќе ја оценам со :
(заокружи)

2	3	4	5
---	---	---	---

8. Прегледал професор :

Табела за ученички дневник за работа во училница

Датум: _____ Предмет: _____ Име: _____

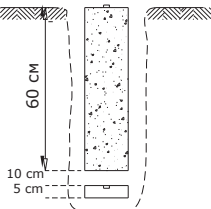
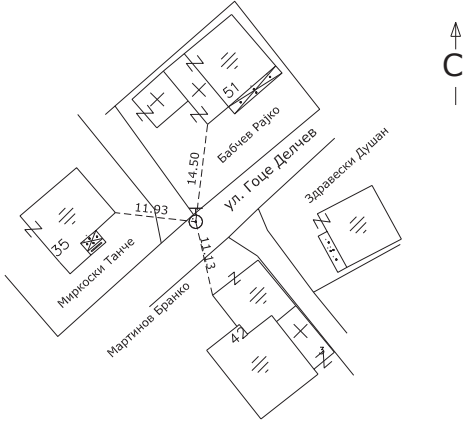
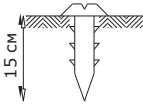

1. Дали научи нешто ново или важно? Што?	
2. Дали се разгледуваше нешто што го знаеше теоретски , но сега знаеш и да го примениш во пракса? Што?	
3. Што мислиш, која информација што ја доби е НАЈВАЖНА?	
4. Што можеш да искористиш од часот за да го примениш на работа уште утре?	
5. Што те онерасположи за време на часот?	
6. Што би направил поинаку?	

Други коментари:

Прегледал професор :

Геодетски мерења
ПРИЛОГ 4.1.1.

Тригонометриски образец бр.27 стр. _____

ОПИС НА ПОЛОЖБАТА НА ТОЧКАТА		
ОСНОВНИ ПОДАТОЦИ ЗА ТОЧКАТА	НАЧИН НА СИГНАЛИЗАЦИЈА	ГРАФИЧКИ ПРИКАЗ НА МЕСТОПОЛОЖБАТА
Број 51	<p>Тип А</p> 	
Општина Охрид		
Кат.општина Велестово		
Место викано Село		
Тип на белегата тип А		
	Бетонска белега	<p>Координати :</p> <p>X= 7 484 202,12 Y= 4 554 020,28 Z= 1 021,72</p> <p>Дата : 17.06.2009</p> <p>Обележал: геод.инж. Спасески Тодор</p>
Број 102	<p>Тип Б</p> 	
Општина Скопје		
Кат.општина Зелениково		
Место викано Село		
Тип на белегата тип Б		
	Леана белега	<p>Координати :</p> <p>X= 7 554 902,49 Y= 4 754 128,32 Z= 808,72</p> <p>Дата : 05.10.2009</p> <p>Обележал: геод.тех. Давитчески Филип</p>

Геодетски мерења
ПРИЛОГ 4.4.1.

Пресметување триаголник по синусна теорема											
Аглите и страните се земени	Триаголник	Мерени агли			Поправен и агли		sin α	cos β	a	b	c
		α	β	γ			sin β	cos γ			
							m = a / sin α	b * cos β	b * cos β +		c * cos γ = a
1	2	3			4		5	6		7	
		57	03	-2 50	03	48	0,83927			183,24	
		61	55	-2 59	55	57	0,88239	0,47051		192,65	
		61	00	-2 17	00	15	0,87466	0,48475		190,96	
		180	00	06				89,85			
		180					218,332	93,39			
		180				00	00			183,24	
		63	44	54	44	54	0,89686			450,38	
		74	22	23	22	23	0,96304	0,26937		483,61	
		41	-	-	52	43	0,66756	0,744561		335,23	
		138	07	17				360,08			
		180	-	-	00	00	502,174	90,30		450,38	
		180									
		69	56	39	56	39	0,93936			2003,39	
		10	-	-	03	21	0,17461	0,98464		372,39	
		100	-	-	00	00	0,98481	-0,17365		2100,32	
								-64,66			
		180				00	00	2132,72	2068,05		2003,39

Геодетски мерења
ПРИЛОГ 4.4.2

Прилог 4.4.2. пример TO14 - Microsoft

Home Insert Page Layout Formulas Data Review View

Times New Rom 8

Clipboard Font Alignment Number

B12

Р.Македонија

Тригоном. образец бр. 14 Страна

Пресметување триаголник со две страни и зафатен агол

скица на триаголник	Страни те и агли те се земени		$\frac{1}{2}(\beta + \gamma) = 90 - \frac{1}{2}\alpha$ $\frac{1}{2}(\beta - \gamma) = \frac{b-c}{b+c} \operatorname{ctg} \frac{1}{2}\alpha$	$\beta = \frac{1}{2}(\beta + \gamma) + \frac{1}{2}(\beta - \gamma)$ $\gamma = \frac{1}{2}(\beta + \gamma) - \frac{1}{2}(\beta - \gamma)$	$a = b \cdot \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$ $= c \cdot \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma}$
			$\frac{1}{2}\alpha$ 24 39 22	161,26	b ... 161,26
			$\frac{1}{2}(\beta + \gamma)$ + 65 20 38	166,34	sin beta ... 0,894226
			$\frac{1}{2}(\beta - \gamma)$ - 1 56 5	b-c - 5,08	sin alpha ... 0,758273
			alpha 49 18 44	b+c + 327,60	sin gamma ... 0,922394
			beta 63 24 33		c ... 166,34
			gamma 67 16 43	ctg 1/2 alpha ... 2,178550	
			pi 180 00 00	tg 1/2(beta-gamma) ... 0,033782	a 136,74
			$\frac{1}{2}\alpha$		b ...
			$\frac{1}{2}(\beta + \gamma)$ +	b-c -	sin beta ...
			$\frac{1}{2}(\beta - \gamma)$ -	b+c +	sin alpha ...
			alpha		sin gamma ...
			beta		c ...
			gamma	ctg 1/2 alpha ...	
			pi	tg 1/2(beta-gamma) ...	a
			$\frac{1}{2}\alpha$		b ...
			$\frac{1}{2}\alpha$		sin beta ...

TO13 TO14 Reg_pol_vl TO19 TO27 TO1 TO25 Opsti registar TO19 (j)

Геодетски мерења
ПРИЛОГ 6.0.

Република Македонија
К. О.

РЕГИСТАР НА ПОЛИГОНСКИ ВЛАЦИ

Страна :

ор. на влак	19 К		почетна и завршна точка на влакот	Збир на страни [d] m	ор на врзани и прекр	Агловно и линеарно отстапување								
						f_{β}		f_y		f_x		fd		m_R
						\square	Δ_{β}	\pm	cm	\pm	cm	\pm	cm	
<p>Терен I категорија, полигонската мрежа се потпира на градската тригонометриска мрежа. Аглите во основната мрежа се мерени во три, а во дополнителната во два гируси со инструмент Wild T2, со присилно центрирање и визуерна маркица. $P_H=1''$. Должините с е мерени со електрооптички</p>														
1	2	1	312 313	2019,13	I	11	+	0,16					3	
2							+	0,40	+	3	+	1	1:	10000
	4	1	315 312	1683,29		8		0,07					4	
							+	0,34	+	1	+	4	1:	10000
3							+	0,09					12	
	5	2	318 315	2258,44		10		0,38	-	12		0	1:	10000
4	6	2	318 28	1100,35		6	-	0,06					4	
								0,29		0	-	4	1:	10000

Геодетски мерења
ПРИЛОГ 6.1.

1. Да се нацрта скица на полигонска мрежа во размер 1:5 000 ако се зададени следните податоци

а) координати на тригонометриски точки :

Точка	Y	X
148	7509968,56	4902329,72
150	7509354,96	4902851,69
162	7511353,29	4903539,50
168	7510147,92	4903242,16
169	7511131,60	4902729,33

б) мерени хоризонтални правци:

станица	визура	I			II			2с	средина			редуцирана средина		
148	150	0	06	3	180	06	9							
	168	60	50	4	240	50	8							
	1	60	55	0	240	55	4							
	13	99	12	8	279	13	4							
	169	120	45	4	300	45	8							
1	148	0	10	1	180	10	3							
	2	175	35	2	355	35	6							
2	1	359	59	7	180	00	1							
	3	186	44	6	6	45	2							
3	2	0	07	3	180	07	7							
	4	177	31	3	357	31	9							
4	3	0	13	3	180	13	9							
	5	171	14	2	351	15	0							
5	4	0	08	2	180	08	8							
	168	203	15	4	23	16	0							
168	169	0	02	4	180	02	8							
	6	32	47	5	212	47	9							
	148	73	37	4	253	38	2							
	5	87	24	5	267	25	1							
	150	126	17	3	306	17	7							
			58	3		08	5							

Геодетски мерења
ПРИЛОГ 6.1.

станица	визура	редуцирана средина			станица	визура	редуцирана средина		
		0°	00′	00″			0°	00′	00″
6	168	0°	00′	00″	13	122	0°	00′	00″
	7	175	38	12		148	177	59	18
7	6	0	00	00	14	9	0	00	00
	8	178	10	24		15	176	21	18
8	7	0	00	00	15	14	0	00	00
	9	164	39	21		16	180	11	24
9	8	0	00	00	17	16	0	00	00
	14	152	35	06		18	33	54	24
	10	275	09	12		169	69	21	06
10	9	0	00	00	16	15	0	00	00
	11	187	23	42		17	217	09	24
11	10	0	00	00	18	169	0	00	00
	12	172	29	42		17	32	49	57
12	11	0	00	00		168	158	59	30
	13	187	44	06					

в) хоризонтални должини:

Од	до	S m	Категорија
6	168	106,94	II
6	7	147,92	II
7	8	152,56	II
8	9	164,37	II
9	14	164,30	III
9	10	101,38	I
10	11	129,51	I
13	148	161,68	I
14	15	140,44	III
15	16	171,45	III
16	17	154,21	III
17	18	211,68	III
11	12	126,50	I
12	13	193,10	I

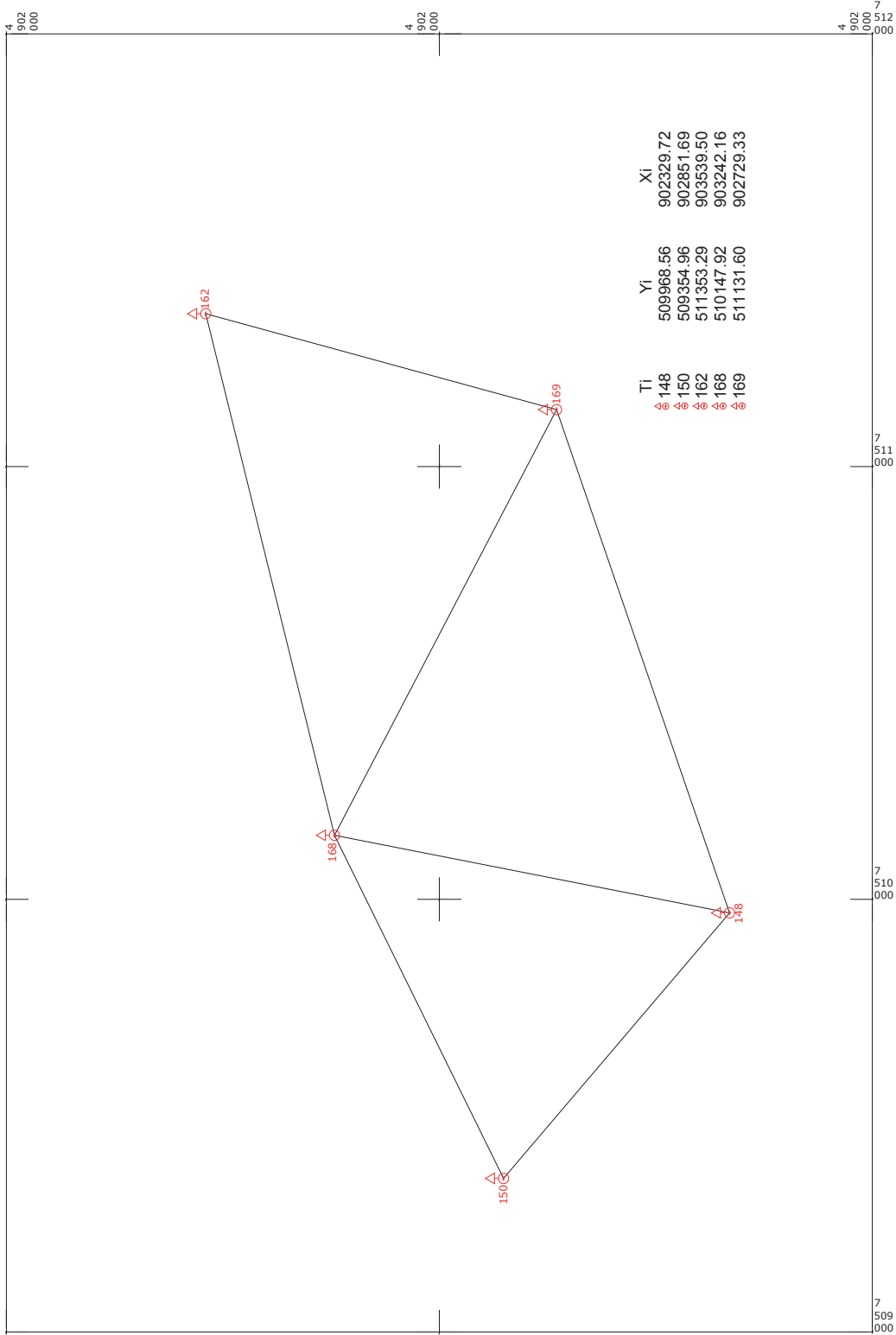
2. Да се направи план на пресметување на мрежата.

3. Да се пресметаат сите влаци во мрежата. Еден дел од податоците потребни за пресметување на влакот се одредени индиректно, преку триаголници. Откриј каде и пресметај ги.

Република Македонија
Општина: _____
КО: _____

СКИЦА НА ТРИГОНОМЕТРИСКА МРЕЖА

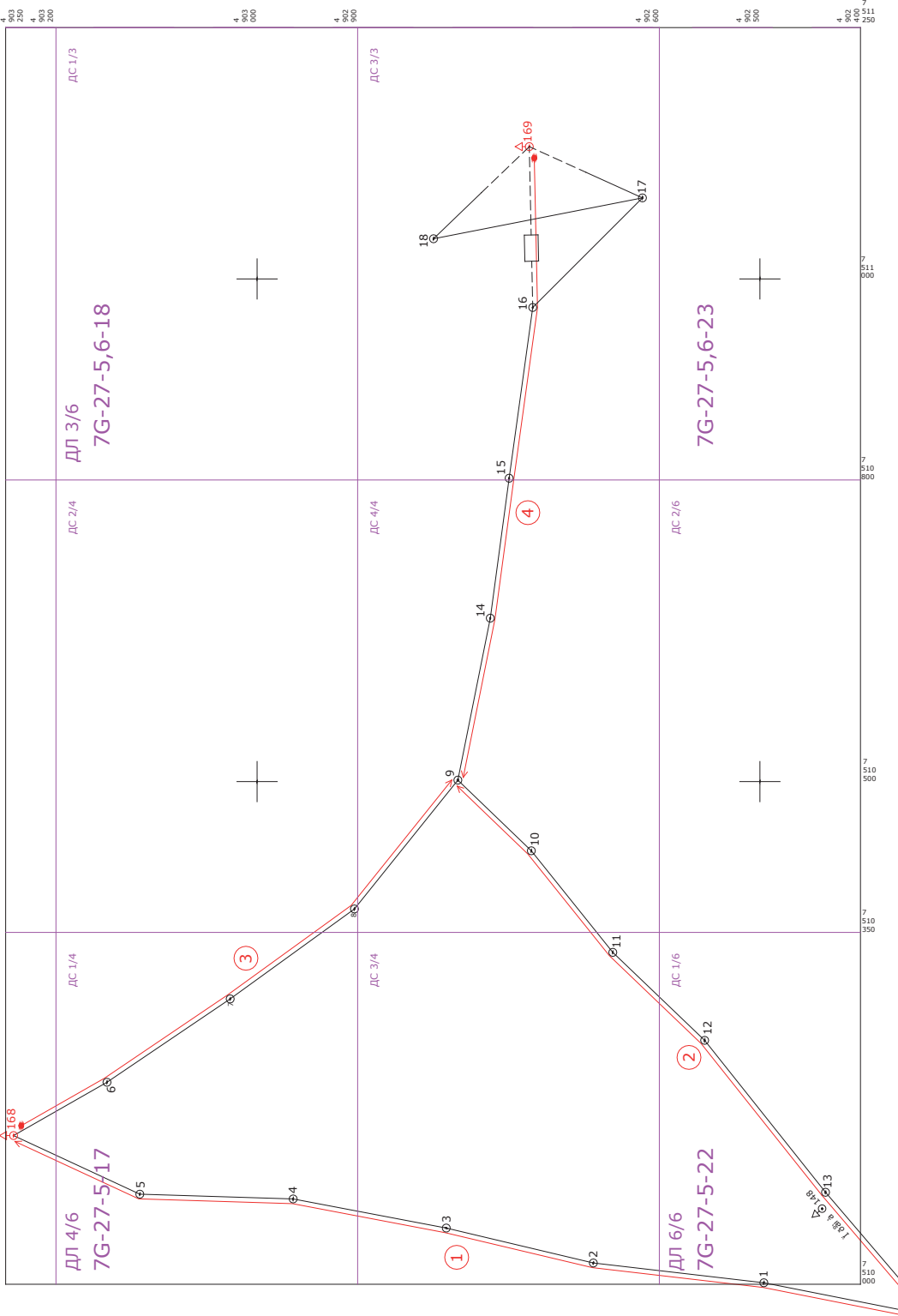
R= 1 : 10 000



Република Македонија
Општина: _____
КО: _____

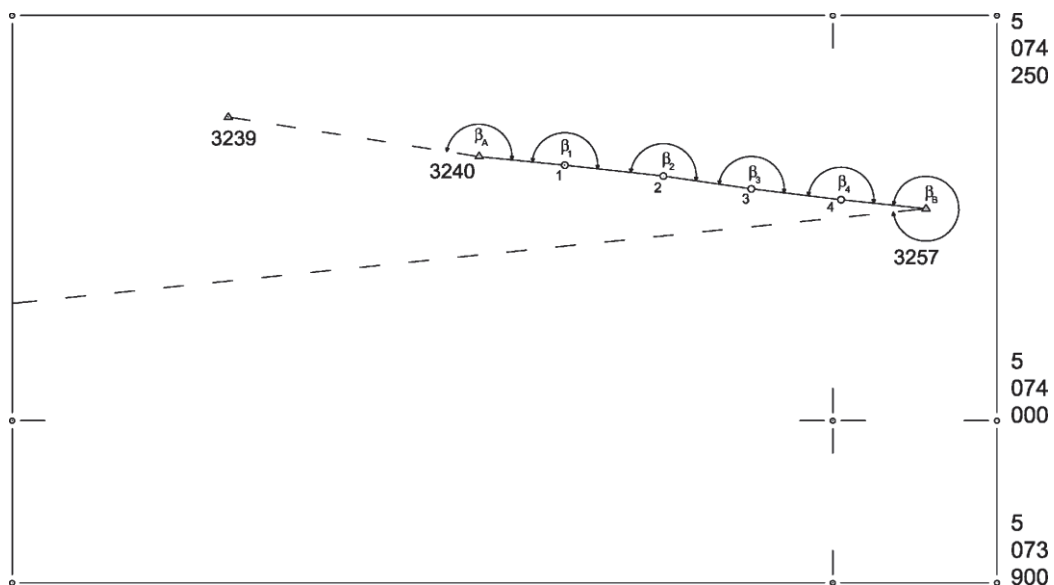
СКИЦА НА ПОЛИГОНСКА МРЕЖА

R = 1 : 5 000



Скица на полигонски влак

M= 1:2500



Пресметување насочен агол и должина од координати													
Тb Та	Координатите се земени	Yb Ya $\Delta Y = Yb - Ya$ $\Delta X + \Delta Y$			Xb Xa $\Delta X = Xb - Xa$ $\Delta X - \Delta Y$			Левтичен остаток	Tg(θ_a^{b+45}) θ_a^{b+45}	tg θ_a^b θ_a^b	$\sin \theta_a^b$ $\cos \theta_a^b$ $d = \Delta Y / \sin \theta_a^b$ $d = \Delta X / \cos \theta_a^b$		
		±	±	±	±								
1	2	3			4			5		6		7	
4		10	230.	23	10	230.	23		°			0.46300	
6		9	336.	75	8	519.	76					0.88636	
		+		893.	+	1	710.	47	3.	18	725	0	236
		+	2	603.	+		816	99		72	°34'51"		1929.77
102		25	224.	70	56	592.	56						0.48698
100		24	256.	36	58	329.	32						-0.87341
		+		968.	-	1	736.	76		0.28406			-0.55756
		-		768.	-	2	705.	10		195	°51'28"		1988.46
110		8	000.	39	6	920.	15						-0.93436
112		9	527.	45	7	502.	50						-0.35632
		-	1	527.	-		582.	35		-2.23287		2.62224	
		-	2	109.	+		944.	71		294	°07'32"		1634.33

1. Во следната табела се зададени координати и коти на полигонски точки кои се користени како основа за снимање на детал, за план во размер 1:500.

1. Одреди ги средните вредности на координатите.
2. Направи поделба на детални листови во размер 1:500.

број на точка	координати						коти
	у			х			
425	7 473	256,	80	4 560	006,	02	164, 85
1140	7 473	223,	09	4 560	110,	84	165, 25
1142	7 473	078,	57	4 560	232,	02	167, 62
1830	7 473	064,	76	4 560	067,	77	168, 35
1832	7 473	071,	80	4 560	151,	54	168, 15
1833	7 473	172,	52	4 560	124,	44	166, 19
1834	7 473	178,	88	4 560	030,	94	165, 75

РАБОТНИ ЛИСТОВИ

Ученик: _____

Работен лист 1.2.

Единици мерки за должина, површина и агол

Што знам за единиците мерки?	Што сакам да научам за единиците мерки ?	Што научив за единиците мерки?
Моите предзнаења за темата се: <ol style="list-style-type: none">1. Одлични2. Просечни3. Слаби		Наставната единица ја разбираам: <ol style="list-style-type: none">1. Одлично2. Добро3. Доволно4. Недоволно

Ученик _____

Работен лист

Наслов на наставната единица _____

Што знам?	Што сакам да научам?	Што научив?
Моите предзнаења за темата се: <ol style="list-style-type: none">1. Одлични2. Просечни3. Слаби		Наставната единица ја разбираам: <ol style="list-style-type: none">1. Одлично2. Добро3. Доволно4. Недоволно

Претворање на аголни вредности од степени во градуси и обратно

$$\left. \begin{array}{l} \alpha^{\circ} = 360^{\circ} \\ \alpha^{\text{gr}} = 400^{\text{gr}} \end{array} \right\} \Rightarrow \alpha^{\circ} \cdot 400^{\text{gr}} = \alpha^{\text{gr}} \cdot 360^{\circ} \Rightarrow \alpha^{\circ} \cdot 10 = \alpha^{\text{gr}} \cdot 9$$

$$\Rightarrow \alpha^{\circ} = \frac{9}{10} \cdot \alpha^{\text{gr}}$$

$$\Rightarrow \alpha^{\text{gr}} = \frac{10}{9} \cdot \alpha^{\circ}$$

Пример :

$$\alpha^{\text{gr}} = 175^{\text{gr}} 96^{\text{c}} 76^{\text{cc}} = 175,9676$$

$$\alpha^{\circ} = \frac{9}{10} \cdot \alpha^{\text{gr}} = \frac{9}{10} \cdot 175,9676$$

$$\alpha^{\circ} = 158,37084$$

$$(0,37084 \cdot 60 = 22',2505)$$

$$(0,2505 \cdot 60 = 15'')$$

$$\Rightarrow \alpha^{\circ} = 158^{\circ} 22' 15''$$

Пример:

$$\alpha^{\circ} = 149^{\circ} 56' 28''$$

$$(28'' : 60 = 0',467)$$

$$(56',467 : 60 = 0^{\circ},94111)$$

$$\Rightarrow \alpha^{\circ} = 149,94111$$

$$\alpha^{\text{gr}} = \frac{10}{9} \cdot \alpha^{\circ} = \frac{10}{9} \cdot 149,94111$$

$$\alpha^{\text{gr}} = 166,60123$$

$$\alpha^{\text{gr}} = 166^{\text{gr}} 60^{\text{c}} 12^{\text{cc}}$$

Претворање на аголни вредности од степени или градуси во радијани и обратно

Радијанот изразен во степени:

$$O = 2R\pi$$

$$\rho = \frac{360^\circ}{2\pi} = 57^\circ,29577951 = 57^\circ,29578$$

$$\rho' = \rho^\circ \cdot 60 = 3437',746771 = 3438'$$

$$\rho'' = \rho' \cdot 60 = 3437',746771 \cdot 60 = 206264'',8063 = 206265''$$

Радијанот изразен во градуси:

$$\rho^{gr} = \frac{400^{gr}}{2\pi} = 63^{gr},66197724 = 63^{gr},6620$$

$$\rho^c = \rho^{gr} \cdot 100 = 6366^c,197724 = 6366,20^c$$

$$\rho^{cc} = \rho^c \cdot 100 = 636619^{cc},7724 = 636620^{cc}$$

$$\left. \begin{array}{l} \alpha^\circ = 360^\circ \\ \alpha^R = 2\pi \end{array} \right\} \Rightarrow \alpha^\circ \cdot 2\pi = \alpha^R \cdot 360^\circ \Rightarrow \alpha^\circ \cdot \pi = \alpha^R \cdot 180^\circ$$

$$\Rightarrow \alpha^\circ = \frac{180}{\pi} \cdot \alpha^R$$

$$\Rightarrow \alpha^R = \frac{\pi}{180} \cdot \alpha^\circ$$

Пример:

$$\alpha^\circ = 34^\circ 15' 26'' = 34^\circ,25722 \cdot \frac{\pi}{180}$$

$$\Rightarrow \alpha^R = 0,59790$$

предности	<u>Проста метода</u>	недостатоци
предности		недостатоци
сличности	<u>Гирусна метода</u>	разлики
	Заклучок:	

Содржина

Предговор

ГЛАВА 1	5
1. Геодетски мерења	6
1.1. Основни поими за мерењето	6
1.2. Мерни единици	8
1.2.1. Единици мерки за должина	8
1.2.2. Единици мерки за површина	10
1.2.3 Единици мерки за агол	10
1.3. Директни и индиректни мерења	12
1.4. Услови и точност на мерењето	13
1.5. Грешки во резултатот на мерените величини	14
1.5.1. Видови грешки во резултатот на мерените величини	15
1.5.1.1. Груби грешки	15
1.5.1.2. Случајни грешки	16
1.5.1.3 Систематски грешки	16
1.6. Израмнување на резултатите од мерењето	17
1.6.1. Потреба и цел на израмнувањето на мерените величини	17
Теориски прашања	19
ГЛАВА 2	20
ОСНОВНИ ТЕХНИКИ НА ПРЕСМЕТУВАЊЕ	20
2. Значајни цифри	21

2.1. Заокружување на броеви	21
2.2. Контрола на пресметување со деветичен остаток	22
2.3. Претворање на аголни вредности од стара во нова поделба	24
2.4. Користење на програмската апликација Excel	24
2.4.1. Терминологи, дефиниции и начин на користење	24
2.4.2. Грешки во формулите	27
2.5. Претворање на англи и користење на тригонометриски функции во Excel	28
ГЛАВА 3	30
3. Примена на современи геодетски инструменти	30
3.1. Тотална станица	31
3.2. Конструкција на тотална станица	33
3.3. Технички термини и кратенки кои се карактеристични за инструментот	34
3.4. Прибор за работа со тотална станица	35
3.5. Испитување и ректификација	36
3.6. Мерење на англи со тотална станица	36
3.7. Мерење на должини со тотална станица	37
3.8. Точност на мерењето со тотална станица	38
3.9. Програми во тоталната станица	38
3.10. Пренос на податоци од тотална станица во компјутер	39
ГЛАВА 4	42
4.1. Вовед	43
4.1.1. Рекогносцирање, стабилизација и опис на полигонски точки	43
4.2. Карактеристики на полигонометриската мрежа	46
4.3. МЕРЕЊЕ НА ДОЛЖИНИ	48
4.3.1. Директно мерење на должини	49

4.3.2. Индиректно мерење на должини	52
4.3.2.1. Оптички далечиномер	53
4.3.2.2. Авторедукционен далечиномер	55
4.3.2.3. Електронски далечиномер	56
4.4. Индиректно одредување на елементи од полигонски влак	59
4.4.1. Примена на синусната теорема	60
4.4.2. Примена на косинусната теорема	64
4.4.3. Примена на тангенсната теорема	65
ГЛАВА 5	68
5. МЕРЕЊЕ НА АГЛИ ВО ПОЛИГОНОМЕТРИСКА МРЕЖА	68
5.1. Методи на мерење на хоризонтални агли	68
5.1.1. Проста метода	68
5.1.2. Гирусна метода	69
5.2. Методи на мерење на вертикални агли	71
5.3. Критериум за точност на мерењето	72
5.4. Оценка на точноста на резултатите од извршените мерења	74
5.4.1. Просечна грешка	74
5.4.2. Веројатна грешка	76
5.4.3. Средна квадратна грешка	76
5.5. Израмнување на резултатот на директните мерења со иста точност	77
5.5.1. Проста аритметичка средина	77
ГЛАВА 6	81
6. ЕЛАБОРАТ НА ПОЛИГОНОМЕТРИСКА МРЕЖА	81
6.1. Скица на полигонска мрежа	82
6.2. ПРЕСМЕТУВАЊА ВО ПОЛИГОНСКА МРЕЖА	83

6.2.1. План за пресметување	83
6.3. Врска на полигонскиот влак за тригонометриска мрежа	85
6.3.1. Најчести случаи на врзување на полигонскиот влак за непристапна тригонометриска точка	86
6.4. Пресметување на координати на полигонски точки	86
6.4.1. Елементи на влакот	87
6.4.2. Пресметување на насочен агол и должина преку познати координати на крајните точки	88
6.5. Пресметување на координати на точки во слеп полигонски влак	91
6.6. Пресметување на координати на точки во вметнат полигонски влак	95
6.7. Висинско израмнување	102
6.8. Пресметување координати на точки во затворен полигонски влак	103
ГЛАВА 7	106
7. Основни карактеристики на геодетскиот план	106
7.1. Поделба на детални листови и детални скици	109
7.1.1. Поделба на листови за планови во размер 1:5000	110
7.1.2. Поделба на листови за планови во размер 1:2500	111
7.1.3. Поделба на листови за планови во размер 1:1000	112
7.1.4. Поделба на листови за планови во размер 1:500	112
7.1.5. Поделба на детални скици	113
7.2. Нанесување на дециметарска мрежа, корисен простор и опис на планот	114
7.3. Нанесување на геодетски точки	117
7.4. Контрола на нанесените геодетски точки	118
7.5. Изработка на план за детаљ снимен по ортогонална метода	119
7.5.1. Подготовка за картирање	120
7.5.2. Ортогонален транспортер и неговата ориентација	120
7.5.3. Картирање на детаљ	121

7.5.4. Контрола на картираниот детаљ	122
7.5.5. Извлекување на детаљот во туш	124
7.6. Висинска претстава на земјиштето претставена на плановите	124
7.6.1. Еквидистанција на изохипсите	125
7.6.2. Интерполација на изохипсите	125
7.6.3. Конструкција на изохипсите	127
7.6.4. Испишување на висини на детални точки	127
ЗБИРКА ЗАДАЧИ	129
ПРИЛОЗИ	149
РАБОТНИ ЛИСТОВИ	169
ЛИТЕРАТУРА	

Литература

1. Врачариќ, К., Михајловиќ, К., Лазиќ, Ѓ.: Геодезија 2 , Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, 2008
2. Врачариќ, К., Михајловиќ, К., Лазиќ, Ѓ.: Геодезија , Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, Четврто издање 2006
3. Рибаровски, Р.: Практична геодезија, (основен универзитетски учебник), Скопје, 2003
4. Врачариќ, К., Михајловиќ, К.: Геодетска мерења и рачунања - Практикум , Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, 2004
5. Божиќ, Б.: Технике геодетских мерења 1, (скрипта), Одсек за геодезију и геоинформатику, Београд, 2006
6. Гучевиќ, Ј.: Геодетски премеер 1, (пишани предавања), Универзитет у Београду, Грађевински факултет, Београд, 2007
7. Живковиќ, И., Топографски планови, Научна књига, Београд, 1983
8. Правилник за основни геодетски работи и за поставување на мрежи на геодетски точки, Скопје, 2007