

ГЕОДЕЗИЈА

Предмет геодезије:

- Премер површина, запремина природно или вештачки створених тела
- Израчунавање и усавршавање метода за мерења Земљине површине у циљу израде топографских подлога
- Конструисање и усавршавање инструмената и прибора потребних за мерење и израду топографских подлога
- Одрђивање параметара који утичу на тачност мерења
- Преношење и обележавање објеката у току грађења и по завршетку изградње

Карта и план:

Карта је условљен, смањен и генералисан приказ Земљине површине на одређеној равни који при том задовољава одређене услове.

План је пројекција мањег дела Земљине површине на равну подлогу са свим објектима који се на њој налазе (са циљем да се сви детаљи што верније пројцирају на ту равну). Приказује мањи део Земљине површине на хоризонталној равни која је недеформисана, а размери је константна

Организација и подела геодетских радова:

- Војне струке (1:10000 и ситније)
- Цивилне струке (1:5000)
- Привредна предузећа

Подела геодезије:

- Виша (узима се у обзир кривина Земљине површине)
- Нижа

Појам координата и њихова употреба:

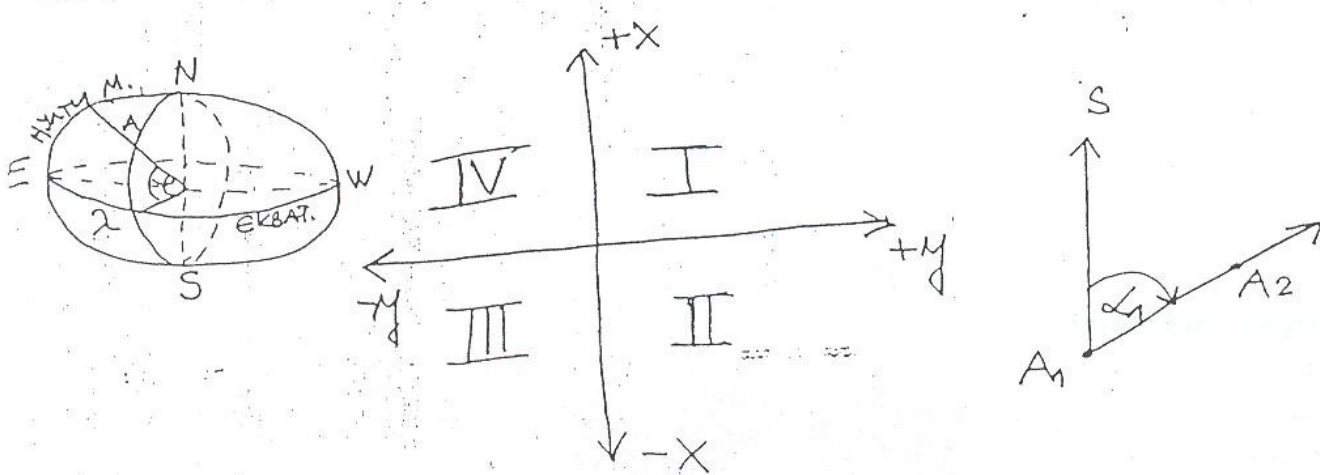
Положај неке тачке на физичкој површини Земље одређује се помоћу геодетских координата у односу на изабрану апроксимирајућу површину.

Нулта паралела-Екватор

Нулни меридијан-Гринич

Географска ширина- ϕ је угао који закљача нормала спуштена у тој тачки на равну елипсоида са равни екватора (север-југ).

Географска дужина-мери се од нулног меридијана на запад или исток (у границама 0° - 180°)



Азимут неког правца A_1A_2 - хоризонтални угао α_1 који заклапа северни део меридијана тачке A_1 са правцем A_1A_2 . Рачуна се у смеру кретања казаљке на сату ($0^\circ - 360^\circ$)

Дирекциони угао је рачунска вредност која се добија из координата две тачке неке праве, представља угао који та права заклапа са позитивним смером x -осе. Он се не мери!

A-геме

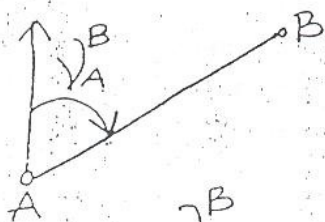
B-тачка у односу на коју се односи смер те праве

$$\text{tg } v_A^B = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A} \quad v_A^B \in [0^\circ, 360^\circ]$$

$$v_A^B = v_A^A \pm 180^\circ$$

Провера:

$$\text{tg}(v + 180^\circ) = \frac{\Delta Y + \Delta Y}{\Delta X - \Delta X}$$



$$v_A^B = \arctg \frac{\Delta Y}{\Delta X}$$

КВАДРАНТ	ΔY	ΔX	v
I	+	+	$\arctg \frac{\Delta Y}{\Delta X}$
II	+	-	$\arctg \frac{ \Delta X }{\Delta Y} + 90^\circ$
III	-	-	$\arctg \frac{ \Delta X }{ \Delta Y } + 180^\circ$
IV	-	+	$\arctg \frac{ \Delta X }{\Delta Y} + 270^\circ$

Појам мере и мерења:

Мерења се могу поделити на мерења две основне врсте:

1. угаона

2. линеарна

Изразити неку величину значи упоредити је са другом истородном од којих се једна узима као еталон. Тако добијен однос између упоређених величина се зове мерни број.

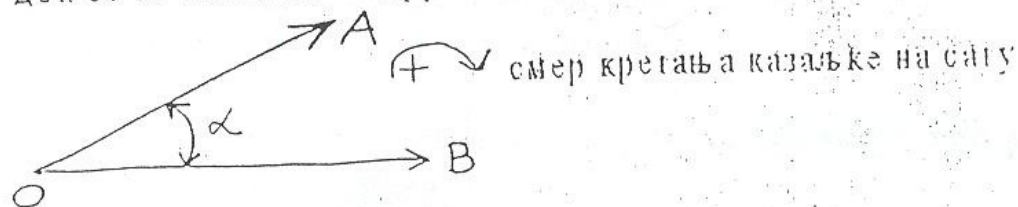
Мере за дужину:

-декадни систем мера

-хвaгни систем мера

-фитски систем мера

Мере за углове: Угао је мера обртања једне полуправе око заједничке тачке "О" док се не поклопи са другом полуправом.



Подела: -сексагезимална (360°) $1^\circ = 60' = 3600''$

-центезимална (400°) $1^{\text{GRADUUS}} = 100^{\text{CENTESIMUS}} = 10000^{\text{SEXAGESIMALIS}}$

-лучна или аналитичка: дужина кружног лука $L = R \rho \alpha / 180^\circ$ са променом угла $\Delta L = R \rho \Delta \alpha / 180^\circ$ (узима се угао код кога је $k=1$ тј. чини је лук једнак полупречнику). Угао је радијан $\text{rad} = \pi / 180^\circ$.

Појам пројекције и њена употреба приликом мерења:

Све тачке се пројцирају са физичке површине Земље на неку математички усвојену површину, најчешће раван.

Пројекције се деле на:

- конформне (задржава се сличност ликова)
- еквивалентне (задржава се једнакост површина)
- еквидистантне (задржава се математички услов једнакости дужине у природи и на пројекционој површини)

Пројекције у зависности од пројекцијске површине:

-перспективне-тачка са Земљине површине се пројектује на изабрану раван по законима линеарне перспективе. С обзиром на положај центра пројцирања оне се деле на:

1. ортографске-центар пројцирања је у ∞
 2. спољне-центар пројцирања је ван физичке површине
 3. стереографске-центар пројцирања је на површини Земље
 4. централне-центар пројцирања је у центру Земље
- конусне-Земља се прво пројцира на конус па се тај конус развије. У зависности од положаја осовине конуса према обртној осовини Земље пројекције се деле на:

1. поларне (осовина конуса се поклапа са обртном осовином)
2. попречне (осовина конуса лежи у равни екватора)
3. косе (осовина конуса заузима ма који угао у односу на обртну осовину Земље)

-цилиндричне(Земља се пројцира на неком произвољном цилиндру било да он сече Земљу или је додирује који се онда расече и развије у раван. У зависности од положаја осовине цилиндра деле се на: поларне, попречне и косе.

За нашу Земљу изабрана је конформна попречно цилиндрична Гаус-Кригрова пројекција(цилиндар тангира Земљин елипсоид по изабраном меридијану, а ~~осовина~~ цилиндра лежи у равни екватора)

осовина

Гранична графичка тачност - најмања линеарна величина која се може узети са карте или на њу прецизни обичним размерником, без употребе помоћних средстава за тачније наношење и увећавање (до 1-20, 20:1 и 1:10 подеока размерника = графичка тачност).

База примера - основа са које треба вршити мерење и у односу на коју треба да се односе све измерене величине. Као база узимају се геодетске тачке. Ове тачке исте врсте међусобно повезане чине геодетску мрежу.

Геодетске тачке се деле на:

* 1) Основне - за представљање делова физичке површине Земље у хоризонталној равни;

1) тригонометријске тачке I, II, III реда чине мрежу троуглова (амена троуглова су тригонометријске тачке а стране су тригонометријске стране)

2) полигонске-полигонометријске тачке (умећу се између тригонометријских да би се приближиле детаљу)

3) линијске тачке ((мале тачке) умећу се између две полигонске или између полигонске и тригонометријске тачке)

* II) За одређивање одстојања (мерено по вертикали) физичке површине Земље од изабране нулте површине у циљу добијања облика рељефа-вертикално представљање терена. Те тачке су ВИСИНСКЕ ТАЧКЕ или РЕПЕРИ

Према тачности одређивања њиховог међусобног висинског растојања репери се деле на:

Репере нивелмана високе тачности

Репере прецизног нивелмана

Репере техничког нивелмана

Геодетске мреже:

8 Тригонометријска-мрежа троуглова којим је покривена одређена површина, чије мерење треба извршити

☸ Полигонска-све тачке су међусобно повезане и чине неку врсту полигона

☸ Линијска

☸ Нивелманска-за добијање вертикалне представе терена. Дели се на:

- ① мрежу високе тачности
- ② мрежу прецизног нивелмана
- ③ мрежу техничког нивелмана повећане тачности
- ④ мрежу техничког нивелмана

Појам висине и висинске разлике

-Висина тачке(кота)-вертикално одстојање те тачке од неке унапред усвојене нулте равни.

-Надморска висина(апсолутна)-вертикално одстојање тачке од нулте површине за коју је узета средња вредност мирне површине мора или океана.

-Релативна висина-средња нулта површина произвољно изабрана.

-Висинско одстојање(разлика)-вертикално растојање две блиске тачке добијено као разлика висина хоризонталних равни посљављених на тим тачкама.

Триангулација: посебна група геодегских радова која се односи на одређивање положаја тригонометријских тачака решавањем троуглова путем сферне или равне тригонометрије. Решавање троугла је увек могуће ако су позната најмање три елемента у троуглу од којих је бар један страна у том троуглу. Синусна теорема:

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

Знајући почетну страну у почетном троуглу и углове у осталим троугловима, рачунским путем долазимо до свих осталих података у тој мрежи.

Подела тригонометријских мрежа:

- ① Мрежа I реда-основна тригонометријска мрежа(дужина стране > 20 km)
- ② Мрежа II реда(15 km < дужина стране < 25 km)
- ③ Попуњавајућа тригонометријска мрежа II реда(9 km < дужина стране < 18 km)
- ④ Основна тригонометријска мрежа III реда(5 km < дужина стране < 13 km)

5. Попуњавајућа тригонометријска мрежа III реда ($3 \text{ km} < \text{дужина стране} < 7 \text{ km}$)

6. Мрежа IV реда ($1 \text{ km} < \text{дужина стране} < 4 \text{ km}$)

Рекогносцирање рад на терену у циљу избора места за тригонометријске тачке. Мора се водити рачуна о:

○ да се најближе тачке међусобно догледају

○ да се тачке одређују из најближих околних тачака истог или вишег реда

○ тачке из којих се одређује непозната тачка треба да су што равномерније распоређене око ње

○ дужине страна помоћу којих се одређује тачка треба да су приближно исте

○ место за тачку се бира тако да белега тачке не буде општењена

○ да је тачка приступачна са свих страна због будућих других тачака

○ да је могуће са тачке на тачку извршити сва потребна мерења (полигонских страна и углова)

○ да се влакови постављају у насељима дуж улича поред водених токова, дуж комуникација, граница грађевинских објеката односно оних правцима који омогућавају што већу прегледност терена и објеката којима се треба мерити

○ да се полигонска мрежа поставља за снимање терена и објеката и ради задовољења наведених услова

Врсте правца у триангулацији:

1. Опажани правац - угловна вредност крака угла која је прочитана на либу при мерењу углова.

Спољни правац (правац иде од познате до непознате тачке).

Унутрашњи правац (правац од непознате тачке до познате или непознате тачке).

Обострани правац - дефинисан је са спољним и унутрашњим правцем.

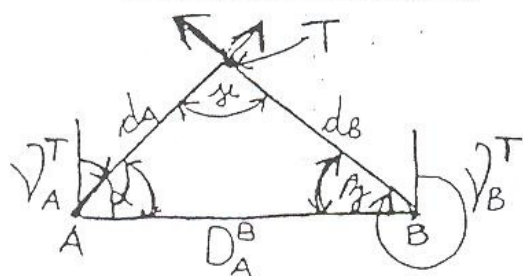
Једностранни правац - дефинисан је са спољним или са унутрашњим правцем.

Начин одређивања положаја тригонометријских тачака:

Положај тригонометријских тачака се одређује уметањем између претходно одређених тачака.

Начин пресецања - одређивање координата тражене тачке пресеком опажаних правца (α и β). Опажани правци морају полазити са најмање две тачке чије су координате познате. Са тачке чије координате треба одредити на најмање три задате тачке.

Пресецање напред:



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

$$\gamma_A^T = \gamma_A^B - \alpha$$

$$\gamma_B^T = \gamma_B^A + \beta$$

$$\frac{D_A^B}{\sin \gamma} = \frac{d_A}{\sin \beta} = \frac{d_B}{\sin \alpha}$$

КОНТРОЛ:

$$\Delta X_A - \Delta X_B = X_B - X_A$$

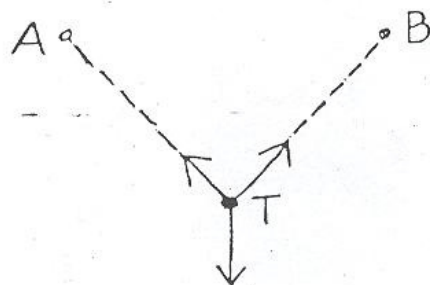
$$\Delta Y_A - \Delta Y_B = Y_A - Y_B$$

$$Y_T' = Y_A + d_A \cdot \sin \gamma_A^T ; X_T' = X_A + d_A \cdot \cos \gamma_A^T$$

$$Y_T'' = Y_B + d_B \cdot \sin \gamma_B^T ; X_T'' = X_B + d_B \cdot \cos \gamma_B^T$$

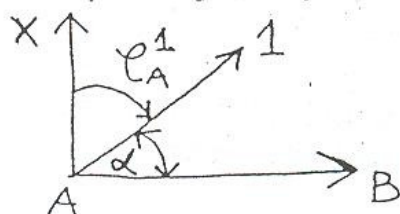
$$D = d_A \cdot \cos \beta + d_B \cdot \cos \alpha$$

Пресецање назад: - положај тачке се одређује помоћу унутрашњих праваца.



Комбиновано пресецање: положај тачке се одређује спољним и унутрашњим пресецањем.

Оријентисани правци: да би се сачунали оријентисани правци потребно је све углове окренути за оријентисани угао.



$$\varphi_A^1 = \varphi_A^2 - \alpha$$

Мерење углова:

Проста метода-мерење углова само у положају дурбина (за мањег прецизно мерење). Опажање тачака се врши од почетне, редом у смеру казаљке на часовнику.

* Гирусна метода-обавља се за све правце у два положаја дурбина при константном положају лимба на коме се врши очитавање опажаних

праваца. Ако се углови мере у више гируса (већа тачност). Помоћу сваког гируса врши се померање димба за 180° и број гируса.

$$\delta = 180^\circ/n$$

Полигонска мрежа: Тригонометријске тачке су великог растојања па се убацују полигонске тачке (мање растојање) повезане са угловима и дужинама ослоњеним на тригонометријске тачке. Постављање ових тачака врши се у облику полигона названих **полигонски влаци**. У полигонској мрежи мере се углови на свим полигонским тачкама: преломни углови, углови на тачкама за које се везују ослањају полигонски влаци-везни углови, дужине између полигонских тачака, као и између полигонских тачака и тачака на које се ослањају полигонски влаци, дужине полигонских страна.



Избор места полигонских тачака-треба водити рачуна о:

1. да је могуће што тачније мерење углова
 2. да је могуће што тачније мерење полигонских страна
 3. да тачно послуже сврси постављања
 4. да су заштићене од уништења
 5. да влак има тачно одређени облик
 6. да дужине полигонских страна буду приближно исте, $50m < d < 400m$
- Више повезаних полигонских влакова чине **полигонску мрежу**.

Полигонски влак може бити:

- **Затворен**-полази и завршава у истој тачки
- **Слеп**-полази од познате тачке а на другом крају није везан за неку познату тачку

Полигонски влак може бити **уметнут** између датих тачака.

Ако је полигонски влак уметнут између две тригонометријске тачке- **ГЛАВНИ ВЛАК**, док су сви остали влакови- **СПОРЕДНИ (ДОПУНСКИ) ВЛАКОВИ**.

Чворна тачка- кроз њу (полигонску) пролазе три или више влакова.

Рекогносцирање полигонске мреже подразумева рад на терену у циљу избора најповољнијег места за било коју тачку.

Привремене белеге (дрвени колци $R=4-6\text{ cm}$; $l=40-50\text{ cm}$)

Трајне белеге од бетона камена или твожђа. Обично се свака трајна белега састоји од надземне и подземне белеге. Белеге су у виду цеви од керамике или твожђа које се укопавају минимум 30 cm испод површине терена. Све друге белеге су изнад терена $2-5\text{ cm}$ илну истој равни са тереном.

Значај полигонске мреже:

Тамо где постоји развијена тригонометријска мрежа свих редова добиће се на терену мрежа тачака међусобно удаљених $1-3\text{ km}$ што је недовољно густо да би се могли снимити сви објекти и конфигурација терена, које треба гачно представити на топографским подлогама. Зато је потребно тригонометријску мрежу поунити мрежом тачака на међусобном краћим растојањима међусобно повезаним условима и дужинама, ослоњеним на тригонометријске тачке као даге.

Тамо где не постоји развијена тригонометријска мрежа, ако се ради о терену мањег обима може се на терену поставити гзв. САМОСТАЛНА ПОЛИГОНСКА МРЕЖА, у облику затвореног полигонског вљака као основна мрежа. Овака постављена мрежа полигонских тачака служи као основа за снимање терена и друга потребна мерења.

Мерење углова у полигонској мрежи:

Искључиво се мере по гирусној методи. Тачност угловних мерења мора бити еквивалента тачности линеарних мерења полигонској мрежи. Тачност зависи од инструмената а мерењу се приступа тек што су тачке дефинитивно обележене, а белеге стабилне.

Мерење дужина у полигонској мрежи:

Дужине се мере директно помоћу пантљике за мерење дужина.

1. Директно мерење дужина (на терену):

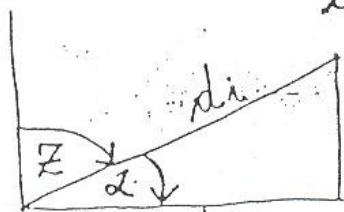
- косо по терену (за стрм терен)

- хоризонтално (за раван терен)

Косо може бити са преломом или без шта зависи од облика терена. Обавезно се води записник о мерењима који се зове ТРИГОНОМЕТРИЈСКИ ОБРАЗАЦ (начин мерења, дужина дужи и облик терена)

$$d_r = \sqrt{d^2 - \Delta h^2}$$

- редуција дужина-пројекција косе дужине на хоризонталну



У општем случају: $\gamma_B = \gamma_A + \beta'_0 \pm 180^\circ$

Условна једначина: $\gamma_z = \gamma_p + \sum \beta_i \pm n \cdot 180^\circ$

n-број везних и преломних услова у том влаку

Налазимо $\beta_i, \gamma_p, \gamma_z$ и постављамо прву условну једначину:

$$f_z = (\gamma_z \pm n \cdot 180^\circ) - (\gamma_p + \sum \beta_i)$$

$$f_z = T - M = (n \pm 2) \cdot 180^\circ - \sum \beta_i \quad \text{— затворени влак}$$

$$v_z = \frac{f_z}{n}; \quad \beta'_i = \beta_i + v_z$$

$$f_y = (\gamma_z - \gamma_p) - [\Delta \gamma_i]_1^n; \quad f_x = \gamma_z - \gamma_p - [\alpha_i]_1^n$$

$$v_{\Delta \gamma_i} = \frac{f_y}{\sum d_i} d_i$$

$$v_{\Delta \alpha_i} = \frac{f_x}{\sum d_i} d_i$$

$$\Delta \gamma_{i-i+1} = d_{i-i+1} \cdot \sin \gamma_i^{i+1}$$

$$\Delta \alpha_{i-i+1} = d_{i-i+1} \cdot \cos \gamma_i^{i+1}$$

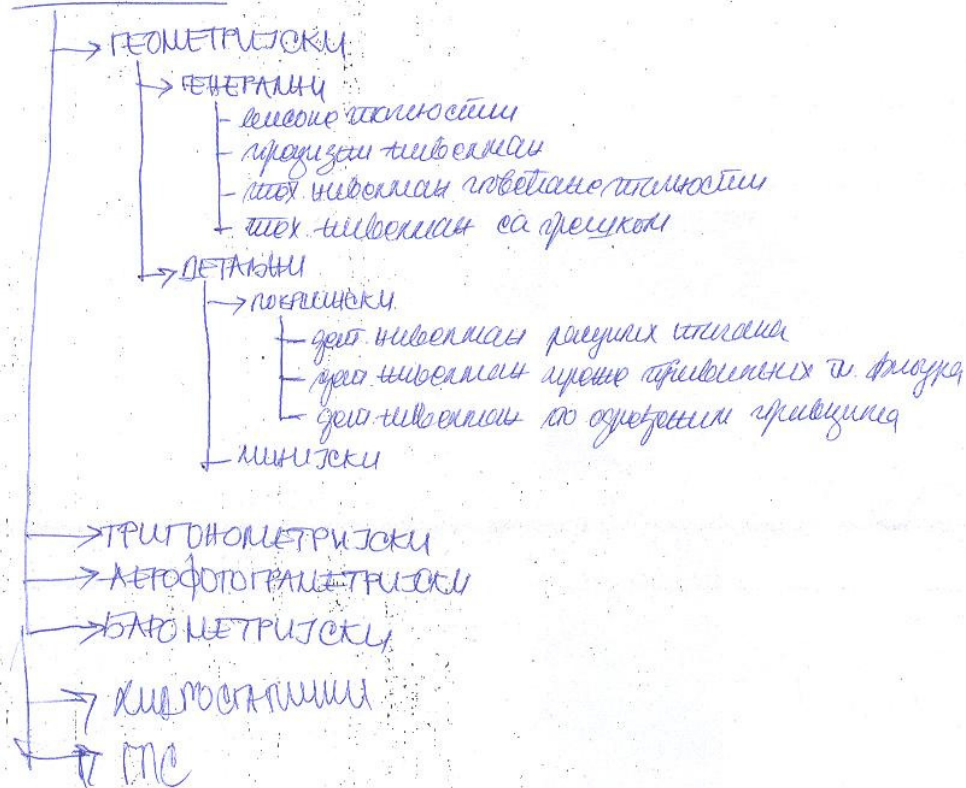
$$\Delta \gamma'_{i-i+1} = \Delta \gamma_{i-i+1} + v_{\Delta \gamma_i}$$

$$\Delta \alpha_{i-i+1} = \Delta \alpha_{i-i+1} + v_{\Delta \alpha_i}$$

$$\gamma_{i+1} = \gamma_i + \Delta \gamma'_{i-i+1}$$

$$\alpha_{i+1} = \alpha_i + \Delta \alpha'_{i-i+1}$$

НИВЕЛМАН



Нивелман:

одређивање вертикалних одстојања - висина на терену и обрада тих података у бироу.

Подела нивелмана:

А) геометријски (на чисто геометријски начин се долази до разлика висина)

* а) генерални (за одређивање надморских висина репера који служе као база)

према тачности: нивелман високе тачности и технички нивелман повећане тачности

* б) детаљни (веже се за генерални нивелман-за одређивање тачака надморских висина које карактеришу вертикалну представу терена)
површински и линијски

Детаљни нивелмани се деле на: нивелман површине, нивелман расутих тачака, детаљни нивелман правинних геометријских фигура, детаљни нивелман по одређеним правцима, линијски детаљни нивелман.

Б) тригонометријски

В) аерофотограметријски

Г) барометријски

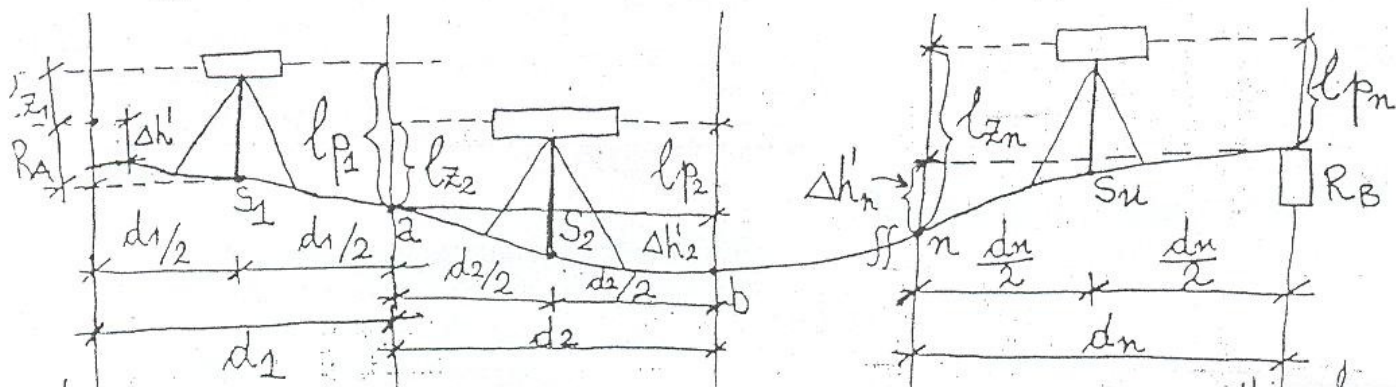
Генерални нивелман:

одређивање висинских разлика између репера методом геометријског нивелирања хоризонталном визуром је сврха генералног нивелмана.

Обавља се увек визирањем из средине. Дужина визуре код генералног нивелмана не сме да пређе 100 м.

висинска разлика између репера:

$$\Delta h_{AB} = \Delta h_{A-1} + \Delta h_{1-2} + \dots + \Delta h_{n-1} = \sum_{i=1}^n \Delta h_i$$



$$d_{AB} > 200 \text{ m}$$

l_{Z1} - пројекциони висинак на левој страни репера RA

l_{p1} - пројекциони висинак на десној страни репера RA

$$\Delta h_{A-B} = \sum_{i=1}^n \Delta h_i$$

Потребно је нивелирање у супротном правцу од B ка A.

Потребно је нивелирање у супротном правцу од B ка A.

Потребно је нивелирање у супротном правцу од B ка A.

Потребно је нивелирање у супротном правцу од B ка A.

Потребно је нивелирање у супротном правцу од B ка A.

Потребно је нивелирање у супротном правцу од B ка A.

$$\Delta h'_1 = l_{Z1} - l_{p1}$$

$$\Delta h'_2 = l_{Z2} - l_{p2}$$

$$\text{КОНТРОЛА: } \Delta h''_{B-A} = \sum_{i=1}^n \Delta h_i - [l_{p1} - l_{p2} + \dots - l_{pn}]$$

Потребно је нивелирање у супротном правцу од B ка A.

Потребно је нивелирање у супротном правцу од B ка A.

Потребно је нивелирање у супротном правцу од B ка A.

Потребно је нивелирање у супротном правцу од B ка A.

Потребно је нивелирање у супротном правцу од B ка A.

Потребно је нивелирање у супротном правцу од B ка A.

Детальни нивелман:

Њиме одређујемо висине низа тачака које у вертикалном смислу карактеришу неку површину. Да би те тачке биле одређене у простору, потребно их је одредити и у хоризонталној равни. Сваку такву тачку која се назива детаљном тачком треба одредити подацима помоћу којих се може у хоризонталној равни тачно нанети, тј. на плану. Детаљни нивелман треба почети и завршити на реперу чије су апсолутне висине познате. У детаљном нивелману се увек примењују истовремено 2 методе нивелирања:

- из средине (у циљу одређивања висинских разлика између репера и
везних тачака) и скраја (ради одређивања висинских разлика између
детаљних тачака и станице)

Детаљне тачке бирају се у зависности од намене или најчешће узимају на оним местима где се терен видљивоји, на крајевима објекта и другим потребним местима.



Н. - Виснага висура

а - безна гачка

 h_1 - одсечак везује тачке

H_1 - висота венті сачка

 I_{11} - одесчик детали не тачке $U_{\text{г}}$ - величина дефицита тока: H_{11} - висина ретера $l_{\text{дв}}$ - одсечак ренџра

$$(H_{RB} - H_{RA}) - [\Delta H] = f_H \leq \Delta H (= \pm 36 \sqrt{[d]})_{mm} \quad \text{and} \quad U_{\Delta H_i} = \frac{f_H}{[d]} di$$

$$H_V = H_{RA} + l_{RA} = H_A + l_A$$

$$H_1 = H_v - e_1$$

$$f_n = h\nu - e_n$$

$$H_i = n H_v - \sum_{i=1}^n l_i$$

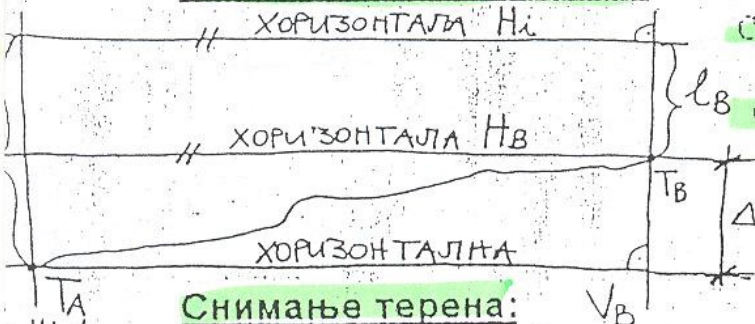
$$H_A = H_{RA} + \Delta h_{A;a} = H_{RA} + \Delta h'_{A;a} + v_{\Delta H_1}$$

$$H_B = H_A + \Delta h_{a.e} = H_A + d'_{1a.e} + V_{\Delta H_2}$$

$$H_{RB} = H_K + \Delta h_{K_i B} = H_K + \Delta h'_{K_i A} + \psi_{\Delta H_K}$$

КОНТРОЛЬ \rightarrow

Геометријски нивелман:



Суштина: материјализујемо вертикале у двама блиским сачкама А и В и да се на тим вертикалама може извршити очитавање одсечака l_A и l_B помоћу неких хоризонтала ΔH_A^B H_i материјализованих од А до В:

Снимање терена:

Директно одређивање релативних координата потребних појединачних тачака у односу на дате геодетске тачке или линије.

Медотснмања:

нумеричке (постоји могућност да се за сваку снимљену детаљну тачку срачунају координате):

Методе снимања

1. нумеричка
2. оптичка
3. аеронавигацијска

а) ортогонална - директно мерење релативних правоуглих координата у односу на дате линије као апсцисне осовине

б) поларна - директно мерење поларних координата у односу на неке тачке и почетне правце са тих тачака.

Инструменти: пантљика, теодолит, летве, значка, тахиметар, електронски теодолит, прибор за записивање

Топографски знаци:

су условни знаци који означавају на које постојање објеката и врсту објеката. Цртавају се на скици детаља приликом снимања и касније и на топографским подлогама. Подела: знаци у размери (зависе од облика и величине предмета који представљају, тј. они означавају објекте пресликане на карту, плану по законитостима сличности у геометријском смислу, а у границе графичке тачности је конструкције условни знаци). Условни знаци (су сви знаци који замењују објекте малих димензија који се услед тога не могу у размери на картама и плановима нацртати). Служе да прегледно опису карактер и за намену појединих објеката наведених на плановима и картама у размери)

Еквидистанција:

код топографских подлога зависи од величине нагиба земљишта, од размере топографске подлоге и њене намене и тачности представљене у висинском погледу терена.
 $e = 0.2 * 5m$ - најчешће

Подела на листове:

се врши из разлога што се понекад захтева израда топографских подлога већих комплексних површина, понекад и читавих држава, а такве површине је немогуће представити на једном месту. Одређивање положаја места у одговарајућем координатном систему, полази се од тригонометријске скице. Димензије једне тригонометријске скице
 $\Delta y = 22,500m$ $\Delta x = 15,000m$

Знајући величину корисног простора листа карте размере 1:5000, упоредимо их са димензијама тригонометријских скица => број листова. Положај листа тачно је одређен координатама почетка и краја корисног простора на том листу.

Основни принципи у геодезији:

1. Принцип од већег ка мањем -
2. Принцип провере тј. доласка до неког податка на два или више начина

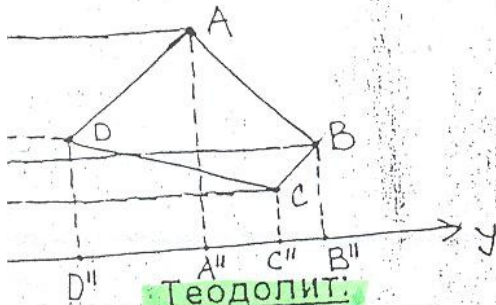
Начин рачунања површина парцела:

Из директно мерених величина по правилима планиметрије (за мање фигуре, правилног геометријског облика - мере са графичког цртежа (грешке услед тог мерења су честе).

- Помоћу нарочитих справа за рачунање површине - **планиметара**:
- стаклени (стаклена плоча са квадратном мрежом)
 - коначни (мрежом паралелних конача створени трапези или правоугаоници)
 - поларни $p = k \cdot n$ - величина очитаног плуга обилажењем игле

Из координата граничних тачака (најтачније).

A, B, C, D - познате координате



Теодолит:

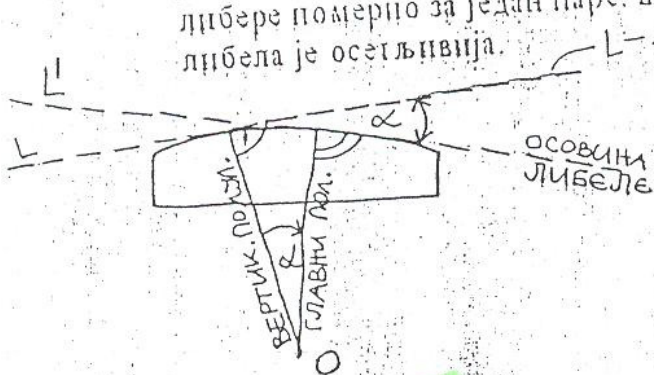
увек се мери ортогонална пројекција на равни линија. Делови: подножје теодолита, завртњи, лимб са завртљима, алидада, носач дурбина, дурбин, лимба, лупе са нонијусом и микроскопом, завртњи и дурбини коначнице.

Осовине теодолита:

Осоруина лимбе (L-L), алидадна осовина (V-V), осовина дурбина (D-D), осовина визуре (O-O).

Осетљивост лимбе (тачност):

је угао за који треба нагнути лимбу по вертикалној равни да би се мекур лимбе померио за један парс, што је угловна вредност парса мања - лимба је осетљивија.



Ако се осовина лимбе изведе из хоризонталног положаја мекур ће опет заузети место у цеву.

$$\widehat{MM'} = \frac{R \pi \alpha}{180^\circ} \approx \frac{R}{\rho''} \cdot \alpha''$$

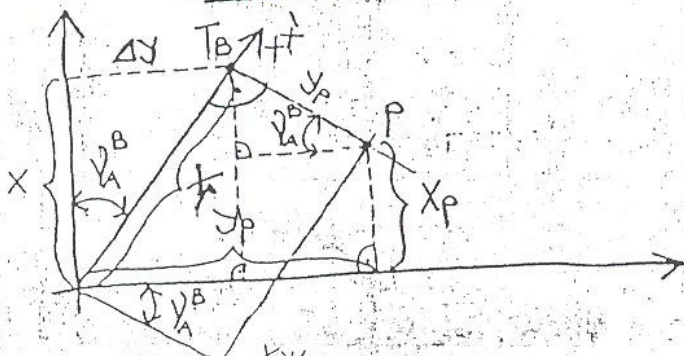
$$\widehat{MM'} = n \cdot \rho \quad \rho - \text{вредност 1 ПАРСА}$$

$$\alpha'' = \frac{n \cdot \rho \cdot \rho''}{R}$$

Екзаминатор:

За одређену нагнутост мекура лимба очита у парсовима одговарајућу угловну величину. Када се подели са бројем парсова добије се вредност угла за један парс - осетљивост.

Ортогонална метода снимања:



P - снимљена тачка

Xp, Yp - мере са терена

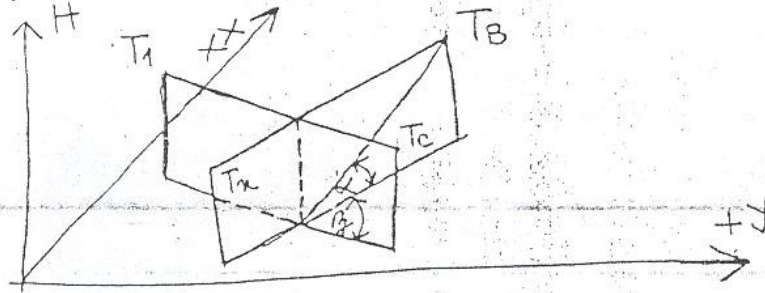
$$Y_p = X_p \sin \angle A^B + Y_p \cos \angle A^B$$

$$X_p = X_p \cos \angle A^B - Y_p \sin \angle A^B$$

Ова метода је погодна за снимање детаља на равном и благо нагнутом терену. Даје велику тачност.

Полярна метода снимања детаља - тахиметрија:

примењује се првенствено код премера неравног терена. За сваку снимљену тачку Т одређују се просторне поларне координате у односу на стајну тачку T_0 и почетни смер за хоризонталне углове β . Вертикални углови у односу на хоризонталне постављају се кроз центар вертикалног круга инструмента.



Израда планова и њихова тачност:

Оригинални планови се израђују на правоугаоној хартији за цртање која поседује квалитете: чврстоћа, отпорност и мала промена димензија при промени температуре и влаге. Најчешће се израђују на прозирним синтетичким фолијама. Основа за картирање на плану су нанете геодеетске тачке са којих је извршено снимање детаља. Тачност топографских подлога зависи од: тачности података прикупљених на терену

- тачности наношења тих података
- од величине размере

Утичу и: врсте изабране пројекције, величина дозвољене деформације, графичка тачност картирања.

Прибор за картирање - координатограф

Координатна мрежа, израда и значај:

Када се одреде координате ивица рама корисног простора (код деобе на листове) цео корисни простор прекрије се мрежом квадрата (најчешће 10×10 cm и тек се онда прави план)

1. наношење координата тачака
2. графично одређивање координата тачака
3. оквир плана
4. одређивање деформације подлоге
5. спајање листова у целину
6. рачунање површине великог облика

Висинска представа земљишта на топографским подлогама:

Најчешће се представља изохипсама. Еквидистанција - вертикални константни размак између две изохипсе.

Подела изохипси:

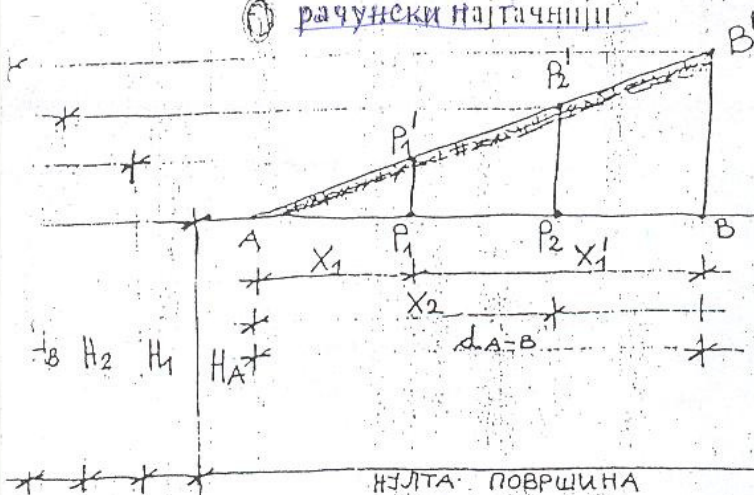
- основне (извлаче се танким линијама дебљине 0.1mm)

- помоћне (умећу се између основних на половини еквидистанције (непрекидана линија) или на четвртини (тачкасти))
- главне (за лакше читање, свака peta основна означава се дебелим линијама, а поред њих пуне надморске висине)
- допуњске

Конструкција изохипси - интерполација:

је рад на топографским подлогама у циљу одређивања места којим пролазе изохипсе између тачака датих својим положајем и висинама у хоризонталној равни. Начини интерполације:

① рачуњски најтачнији



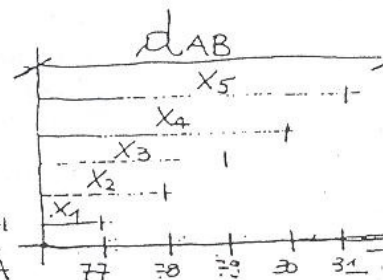
$$\frac{d_{AB}}{\Delta h_{A-B}} = K = \frac{\Delta X_1}{\Delta h_1} = \frac{\Delta X_2}{\Delta h_2} \Rightarrow X_1 = K \cdot \Delta h_1$$

$$\Delta h_1 = H_1 - H_A$$

$$\Delta h_2 = H_2 - H_1$$

$$H_1 = H_A + e$$

$$H_2 = H_1 + e$$



Техничка интерполација рачуњским путем, помоћу размерника на логаритмару се прочита дужина d_{AB} и израчуна се K

- директно се нанесе на подлогу

затим се помера логаритмер, врши множење K са $\Delta h_1, \dots$ и одређује X_1, \dots

② графички: код интерполације изохипсе треба водити рачуна да се интерполација изводи између тачака које леже на линијама највећег пада. Изохипсе се не конструишу преко равних терена, објеката, пешчаних спрудова, река и водених токова.

Снимање и увећање планова - пантографисање:

повећањем површине неког цртежа или парцеле се не добија на јасноћи и већем простору за евентуалну допуну.

Снимање или увећање неког цртежа обавља се:

- помоћу мреже квадрата најспорија, најмање тачна.

На цртежу - плану, исцрта се мрежа квадрата одређених димензија, које зависе од густине детаља и размере у којој треба извршити промену оригинала на чистој хартији.

- Уцрта се мрежа увећана или смањена, па се пренесу пресечне тачке детаља са страницом квадрата, а затим детаљи унутар квадрата у жељеној размери.
- Пантографом - аутоматско прецртавање цртежа из једне мере у другу жељену. Две врсте пантографа: механички и оптички.
- Фотографским путем - најбрже и најједноставније

Врсте карата и начин израде:

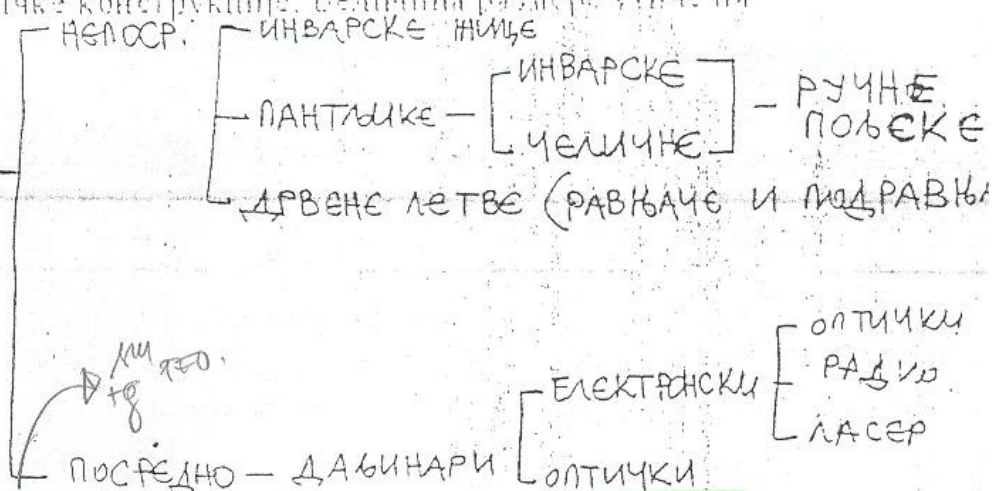
- специјалне
- генералне

За цивилне сврхе 1:5 000. Специјалне карте локалних карактера 1:10 000.
војне сврхе 1:25 000.

Тачност карата:

је функција тачности картографског материјала на основу кога је израђена
је и тачност њене графичке конструкције. Величина разлике утиче на
тачност

ПРИБОР И ИНСТРУМЕНТИ
ЗА МЕРЕЊЕ ЛИНИЈСКИХ
ВЕЛИЧИНА → ДУЖИНА



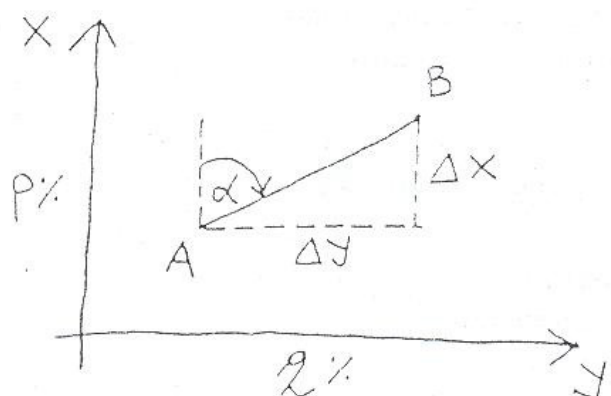
Геодетски радови у фази пројектовања и грађења:

Геодетски радови који се обављају кроз све фазе израде пројекта, грађења
и коришћења објекта могу се поделити:

1. геодетски радови за израду и допуњу вели постојећих потребних
топографских подлога, код израда идејног и главног пројекта.
2. постављање или допуна постојеће геодетске мреже на терену, будућег
градништва, потребне за реализацију пројекта.
3. одређивање неопходне тачности за преношење објекта на терен и
израда пројекта обележавања објекта
4. обележавање свих тачака објекта на терену пре почетка градње и у
фази градње
5. опажање слегања и хоризонталних померања објекта у фази градње и
за време експлоатације.

Деформације топографских планова:

Деформације услед промене димензија папира или пластичних маса
током времена.



$$D = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$$

$$R(\alpha) = p \cos^2 \alpha + q \sin^2 \alpha$$

↓
ДЕФОРМАЦИЈА ДУЖИНЕ!

Дигитализери:

Уређаји за преношење класичних планова у дигитални, рачунески (картатитбилни) облик. То су инструменти за мерење координата у равни, аутоматску конверзију ових мерења у дигитални облик и њихово чување на медијумима са којих их рачунар чита.

Подела према конструкцији:

- мануелне дигитализере
- скенере
- интерактивне екране (станице)

Медота преношења пројекта на терен:

Код ове методе јављају се две врсте геодезских радова: хоризонтално и вертикално обележавање објекта на терену.

Методе обележавања:

Координатна:

- ортогонална (на терену погољном та мерење дужина)
- поларна (код криволинијских објеката на равном терену)

Метода пресецања може се извести путем:

- пресецањем напред
- пресецањем назад
- лучног пресека
- директног пресека код равнот терена (на равном терену и кратких дужина за објекте правилних геометријских облика)
- комбинационим

Одређивање потребних елемената за преношење пројекта на терен:

Изводи се на основу:

- података о самој геодезској основи помоћу које се обележава пројекат
- плана на коме је приказан распоред и однос свих делова пројекта, координате и које тачака
- вертикалних пресека по главним осовинама предвиђених ~~пројеката~~ ^{објеката}
- уздужних профила
- појединих карактеристичних профила на сложеним местима објекта

Обележавање линија на терену и површина:

Хоризонталне линије - нивелир се поставља у средини између тачке и места на коме треба обележити хоризонталну линију (у средини површине).

Обележавање међутачака на линији задатог нагиба:

- грубо - помоћу визуелних крестова
- помоћу нагнуте визуре, теодолитом и нивелирном
- нивелирањем и срачунавањем пројектованог положаја.

Обележавање грађевинских профила код зграда:

врши се да би се темељи што лакше, брже и тачније извели. Грађевински профили се састоје од дасака и шипова који се постављају паралелно са спољном ивицом објекта. Шипови треба да вире из подлоге око један метар и да буду вертикални. Шипови се постављају тако да се између њих добија се правац грађења. Затегну се танке жице између њих - добија се правац грађења.

Код насипа и усека:

- помоћу дрвених летви
- треба обележити ножице насипа и пад косине

ТАЧНОСТ ПРЕНОШЕЊА ПОЈЕДИНИХ ЕЛЕМЕНАТА НА ТЕРЕН
~~ТАЧНОСТ ПРЕНОШЕЊА ПОЈЕДИНИХ ЕЛЕМЕНАТА НА ТЕРЕН~~
зависи од:

- тачности топографских подлога
- тачности узимања графичких података са подлога
- деформације подлога
- израде пројекта

Обележавање праваца на терену:

Потребно је уметање низа међутачака на потребним местима дуж датог праваца на терену.

Постоје два случаја:

1. када се крајње тачке догледају (помоћу значки-најгрубљи начин код праваца мањих од 100, помоћу дупло укрштених призма-код равниот терена, помоћу теодолита-најтачније-код стрмог терена и дугачких праваца)
2. када се крајње тачке не догледају

Обележавање пројектоване коте тачке:

Мора се поставити у близини најмање једне тачке по два репера и при одређивању других висина полазимо увек од те тачке.

- ово се обавља методом нивелирања са краја

Разлика између геодетске и физичке методе снимања померања грађевине:

Геодетска метода - геодетска метода мерења потребно

елемената, специјалним начином обраде добијених резултата мерења. Померања добијена геодетском методом имају апсолутни карактер, јер се одређују у односу на стабилне тачке које се налазе ван утицаја померања.

Физичка метода мерења мерење се изводи разним приборима који непосредно дају величину померања. Померање се добија као РЕЛАТИВНА ВЕЛИЧИНА јер се урађај којим се обавља мерење налази на објекту у зони подложној променама.

Класичне геодетске методе одређивања деформација:

Овде спадају методе којима се одређују координате тачака у одређеном просторном координатном систему (О.Х.У.Н), а преко њихових разлика долази се до компоненте померања тачке у негом смислу. На овај начин сачунае компоненте померања ΔY , ΔX , ΔH се односи на правац померања тачке у правцу осовина тог координатног система.

- метода пресецања
- метода полигонског влака
- одређивање компоненте ΔH
- метода алинирања: тригонометријска, геометријска

Метода алинирања:

Суштина методе је у томе да се изабере локални координатни систем, тако да му се једна од осовина поклапа са правцем дејства силе која доводи до промене.

$$\Delta i = D_i \frac{\Delta \alpha_i}{\varphi''}$$

$$\varphi'' = 206265''$$

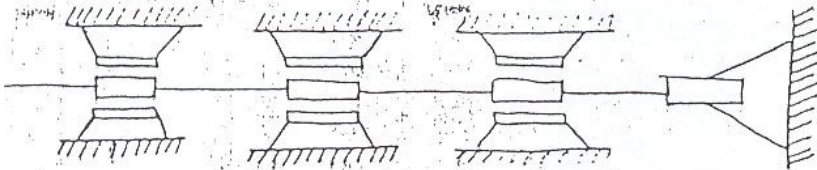
D_i - од ТЕОДОЛИТА
ДО ТАЧКЕ "i"

$$\Delta \alpha_i = \alpha_i - \alpha_0(i)$$

ВРЕДНОСТ
ОПАНАНОГ
ПРАВЦА НА
ТАЧКУ "i"

ВРЕДНОСТ
НУЛТОГ
ПРАВЦА
ТАЧКУ "i"

Електромеханичко алинирање:



Систем челичних језгара међусобно повезаних и оријентисаних ка једном истом правцу. Око сваког челичног језгара постоји индукциони кадем унутар кога се може кретати језгро, а тако и стварати индукциона струја разне јачине, чији се интензитет региструје преко галванометра. Систем који носи челична језгара треба механичким путем алинирати и прикључити за амперметр или потенциометар амперметра. Такав систем алинирања регистроваће мале покрете у односу на унапред очекиван правац.

Геодетски радови у грађевинарству:

1. Код пројектовања и грађења далеководна жичара

Геодетски радови у фази израда пројекта далековода

1. Геодетски радови у циљу израде, тј. обезбеђења топографских планова (1:25000 - 1:50000) за израду ситуације проласка генералног правца трасе далековода (жичаре).
2. Геодетски радови на преношењу тако повучене генералне трасе на терен и усвајање на терену дефинитивног правца трасе
3. Геодетски радови око стабилизације места стубова далеководна жичаре и снимање појаса земљишта (1:500 - 1:2500), или радња у циљу прикупљања свих неопходних података за израду главног пројекта.

Геодетски радови у фази градње далековода и жичаре:

- 1) Геодетски радови у фази градње далековода и жичара за преношење и обележавање дефинитивних места стубова далековода и жичара дуж трасе и обележавање места трафо станица.

- 2) Геодезски радови у фази градње стубова у циљу њиховог постављања положаја предвиђених пројектом.
- 3) Геодезски радови везани за контролу понашању стубова по завршетку и затезању проводника.

2. Код пројектовања и грађења путева, железница и аеродрома

Етапе геодезских радова:

- 1) припрема, прикупљање и допуна топографских подлога размера, као и друга врста потребних материјала за фазу истражних радова;
- 2) прикупљање свих потребних података и топографских подлога размере 1:2000-1:5000, за израду идејног пројекта;
- 3) преношење трасе на терен, снимање попречних и подужних профила, израда ситуације $P=1:1000$ као и посебних ситуација на местима укрштања трасе са воденим токовима, јаругама...
- 4) Радови на обележавању грађевинских профила у процесу грубих земљаних радова и давање података о правцу и нивелети у фази израде горњег слоја саобраћајних објеката.

Геодезски радови у фази истражних радова

- 1) прикупљање топографских подлога са вертикалном представом терена размера (1:25000-1:100000) и допунама уртавањем на њима свих места која могу бити несагласна препреке или које се не могу бити пресећи нити изместити.
- 2) прикупљање са допуном топографских подлога крупнијих размера на којима се наносе фиксне тачке - крајем појединих деоница и бирају генерално најпогодније правце пружања трасе између установљених фиксних тачака.

3. Код пројектовања и грађења тунела:

Врста и обим неопходних геодезских радова зависе од намене, дужине и места трасе тунела. Постоје 4 фазе рада:

- 1) истражни радови у циљу састављања пројектног задатка (снимање терена, снимање карактеристичних геолошких места извора и водених токова дуж трасе, топографске подлоге)
- 2) идејни пројекат (утврђивање положаја портала и нападних тачака тунела, подужни пресек; метод пробијања тунела - на основу тога и која су геодезска мерења потребна и геодезски подаци за идејни пројекат.
- 3) главни пројекат (захтева прецизна геодезска мерења просторно обележавање свих главних тачака тунела)

4) Грађење тунела

4. Код пројектовања и грађења мостова

Подела геодетских радова:

Геодетски радови у циљу:

- 1) прикупљања података и топографских подлога за истражне радове и одређивање места преласка преко препрека
- 2) Г.р. за прикупљање података за израду главног пројекта моста
- 3) Г.р. у фази градње моста и
- 4) Г.р. за праћење понашања моста у фази експлоатације

Пре израде главног пројекта треба одабрати место и праван прелаз преко препрека и низ различитих других истражних радова. Ту спадају:

- прикупљање топографских подлога ситнијих размера (1:5000, 1:10000) за одређено подручје
- израда разних профила на местима предвиђеним за
- снимање ендажних бушотина и других објеката и кривих на топографским подлогама. Ако нема ове врсте подлога, онда се врши избор најпогодније методе снимања и израде топографских подлога. Вертикална представа треба да буде у апсолутним висинама. Радови при изради:
- обележавање крајњих осовинских тачака моста
- обележавање места и центра сваког стуба
- радови на контроли при грађењу и радови на монтажи мостовске конструкције

Величина и обим геодетских радова зависи од: рељефа терена, отвора висине моста, време препреке и врсте прибора.

5. Код хидротехничких објеката:

- 1) г. р. у фази израде студија
- 2) г.р. у фази идејног решења
- 3) г.р. у фази главног пројекта
- 4) г.р. у фази градње објекта
- 5) г.р. на праћењу понашања објекта за време градње и експлоатације објекта

Сви ови геодетски радови су у потпуности заступљени при пројектовању и грађењу брана-хидроелектрана, док остали (регулација река, мелiorација земљишта, водовод и канализација) захтевају само 4 врсте геодетских радова.

6. Код пројектовања и грађења зграда:

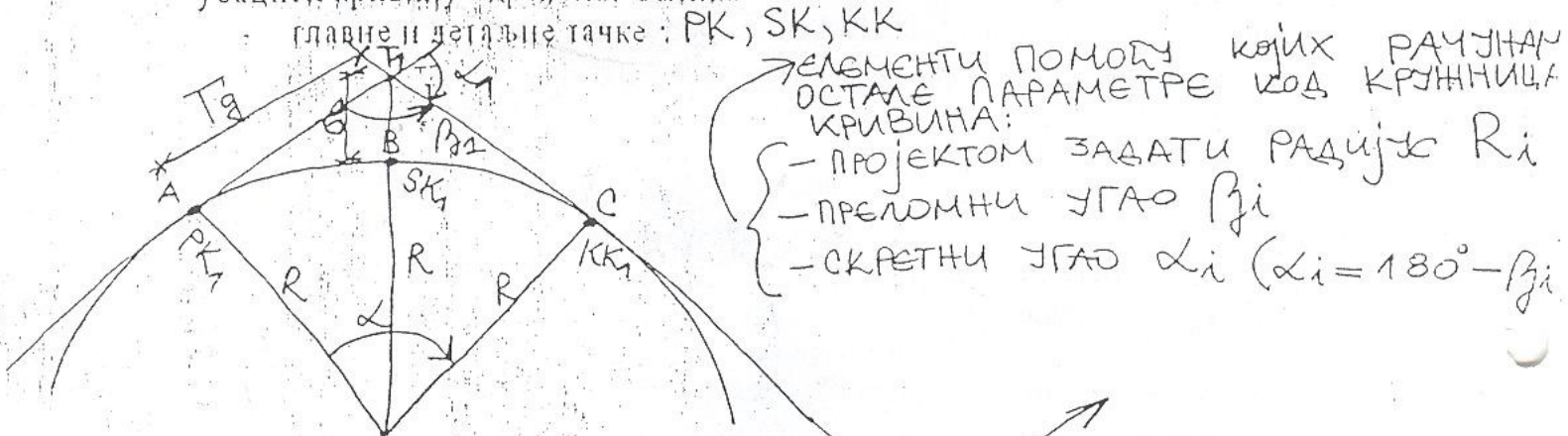
- 1) г.р. на снимању терена и прикупљању осталих потребних података за израду пројекта зграда
- 2) г.р. на преношењу пројекта зграде на терен
- 3) г.р. у процесу грађења зграда

Обележавање кривина на терену

Најпре се обележе потребни правци и истакну темена.

T-теме-тачка у којој се секу 2 узастопна правца између којих је потребно убацили кривину одређеног облика

главне и детаљне тачке: PK, SK, KK

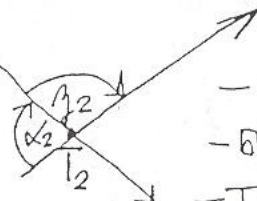


ЕЛЕМЕНТИ ПОМОГУ КОЈИХ РАЧУНАМ
ОСТАЛЕ ПАРАМЕТРЕ КОД КРУЖНИЦА
КРИВИНА:

- ПРОЈЕКТОМ ЗАДАТИ РАДИЈУС R_i
- ПРЕЛОМНИ УГАО β_i
- СКРЕТНИ УГАО α_i ($\alpha_i = 180^\circ - \beta_i$)

$$Y_{SK} = R \left(1 - \cos \frac{\alpha}{2}\right)$$

$$X_{SK} = R \sin \frac{\alpha}{2}$$

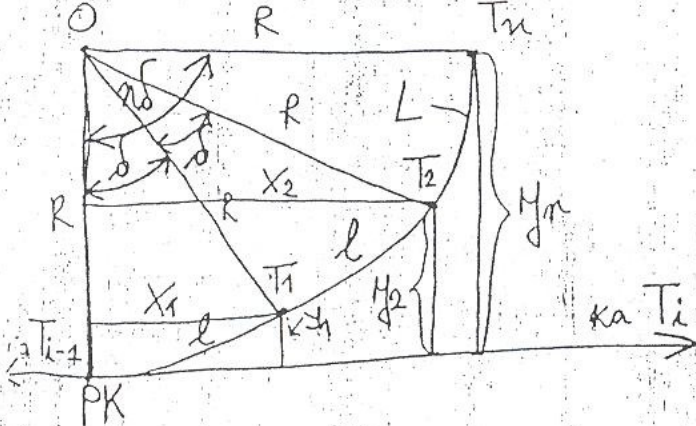


- ТАНГЕНТА: $Tg = R \tan \frac{\alpha}{2}$
 - БИСЕКТРИСА: $b = R \cdot \left(\sec \frac{\alpha}{2}\right)$
 - ТЕТИВА: $t = 2R \sin \frac{\alpha}{2}$
 - ДУЖИНА КРИВ. ЛУКА:

$$L = \frac{R \alpha}{180}$$

- правоугле координате за средину кружног лука
- елементи за обележавање детаљних тачака на кружном луку
- Методе за обележавање детаљних тачака кривине:
- ортогонална, поларна, полигонална, метода четвртина, метода сечеца.

Ортогонална метода:



$$n = \frac{L}{2} : l$$

број тачака до средине кривине

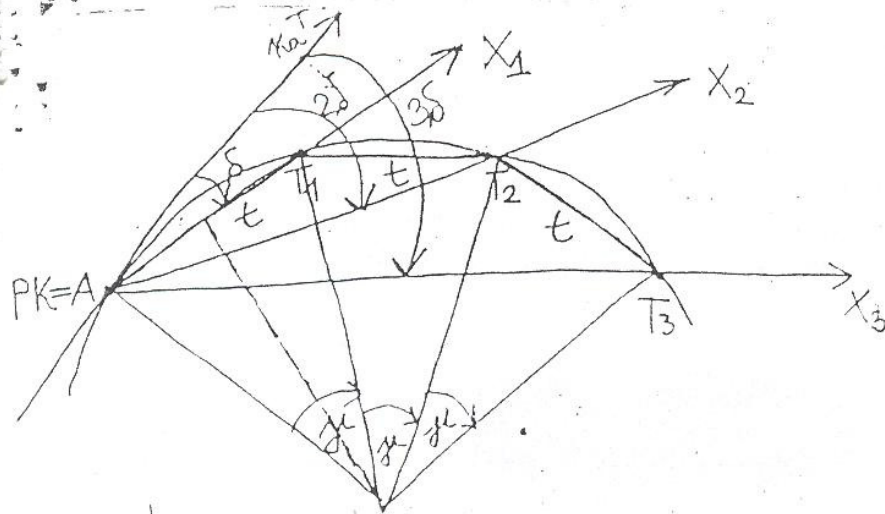
$$L = \frac{R \alpha}{180}$$

$$\delta = \frac{l \cdot 180^\circ}{R \alpha}$$

$$X_i = R \cdot \sin i \cdot \delta$$

$$Y_i = R \cdot (1 - \cos i \delta)$$

Поларна метода: заснива се на правилу по коме за једнаке лукове једнога круга угао који заклапа тангента на темену једнак је на половини централног угла тог круга



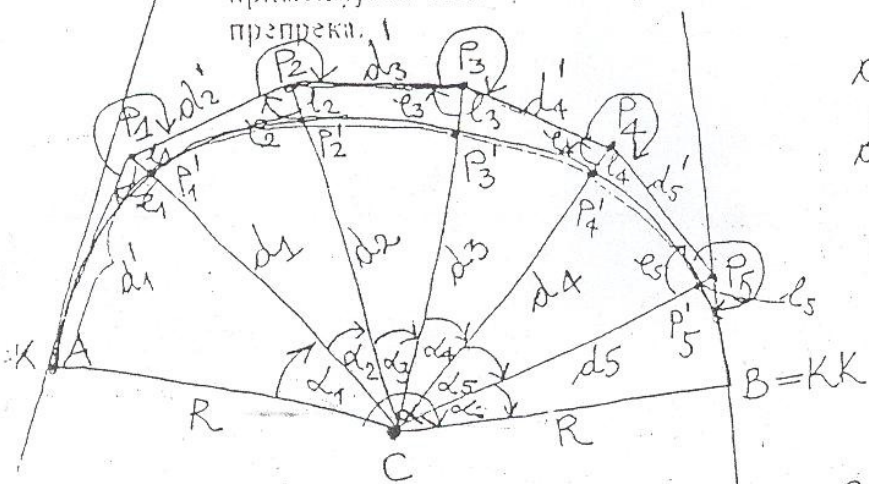
$$n = \frac{L}{2} : l - \text{број изрека}$$

$$t = 2R \sin \frac{\mu}{2} ; \mu = \frac{l \cdot 1}{R \cdot \pi}$$

$$\Delta L \approx t \xrightarrow{\text{грешка}} \Delta = \Delta L - t = \frac{\Delta L^3}{24 R^2}$$

$$\boxed{\rho = \frac{\mu}{2}}$$

Полигонска метода најчешће се примењује када се захтева већа тачност или када се ради о дугачким кружним луковима често се примењује за обележавање кривина које пролазе преко извесних препрека.



$$\left. \begin{aligned} d_1 &= \overline{CP_1} \\ d_2 &= \overline{CP_2} \end{aligned} \right\} \text{мј координатама изрека } C, P_1 \text{ и } P_2$$

$$e_1 = d_1 - R$$

$$e_n = d_n - R$$

$$e_1 = V_{P_1}^R - V_{P_1}^C$$

$$e_2 = V_{P_2}^R - V_{P_2}^C$$

$$e_n = V_{P_n}^R - V_{P_n}^C$$

Рачунање кубатура:

1. Помоћу попречних профила:

На терену се узима одређени број попречних бирајући њихов положај на местима где се облик те масе мења знајући тачно растојање d_i профила површине, рачунају се кубатуре узастопно за свака два суседна профила.

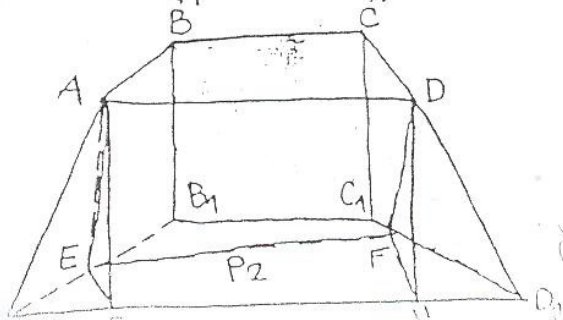
Укупна кубатура тражене масе:

n -број узетих попречних пресека

$n=k-1$, k -број узетих попречних пресека

d_i -размак између сваког појединачног попречног профила и површине

$$V = \sum_{i=1}^n V_i ; V_i = \frac{1}{2} (P_i + P_{i+1})$$



$$V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4$$

2. Помогу мреже правилих геометријских слика

када се ради о приближно равним странацама тела

база се издеша на једнаке квадрате, правоугаоне или троуглове и

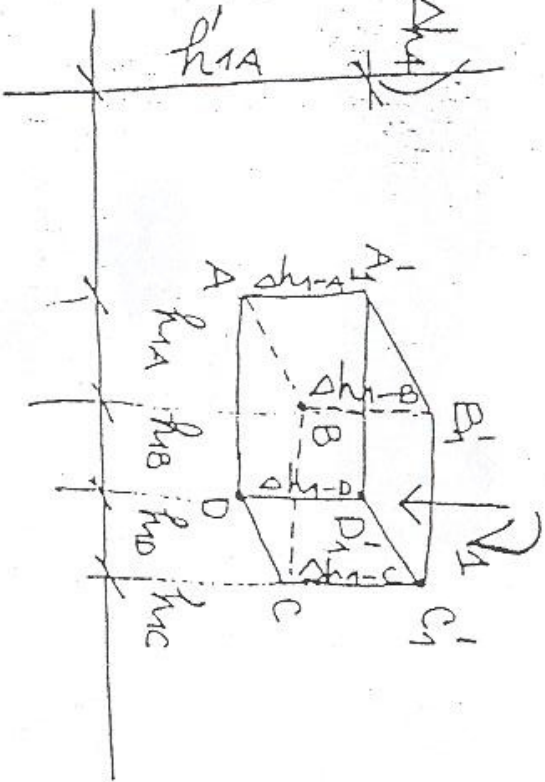
одреди се апсолутна вредност за свако теме фигуре и слично се

пројектована кола h_i

$$\Delta h_i = h'_i - h_i$$

$$h = \frac{1}{4} (\Delta h_1 + \Delta h_2 + \Delta h_3 + \Delta h_4)$$

$$V = \sum V_i = P \cdot \sum h_i$$



похити

3. Помогу прохити: одређеном нисмену, ратиску нисмену прохити

је експланетација - ека одређеном P_i захватене површине

прохитицама ратиску се планиса прохитицама

Ca. 324

$$V = P_n \frac{\Delta h_1}{3} + \Delta h \left(\frac{P_1 + P_2}{2} + \frac{P_2 + P_3}{2} + \dots + \frac{P_{n-2} + P_{n-1}}{2} \right)$$

$$V = \frac{1}{3} P_n \cdot \Delta h + \frac{\Delta h}{2} (P_1 + P_{n-1}) + \Delta h \sum_{i=2}^{n-2} P_i$$

$$\Delta h_1 = h_1 - h_n$$