KAEVANDUS GEODEESIA

arne.randlepp@ttu.ee

Arvestus: 2 küsimust; eeldusi pole

Viimased nädalate arvestused jm tööd

06.03.17

1. Markšeidertööde ajaloost
   - Pargamunt (1400-1600 e.m.a) Itaalias. kullakaevanduse plaan
   - 200 a. e.m.a. rajati ekm maaalune veejuhe, rajati 40 vertikaalset šahti ja 88 kaldšahti. kaevandati vasjuuetega
   - 12. sajandist tööde areng, kolmnurga lahendamine. Põhiliseks ülesandeks märkide kaevandusalad maa-all. Lisaks ka märkida maapinnal, kus tehti tööd ja kui palju, mis suunas rajad kaeverimu. ~~Maaalune~~ orienteerimine. Leiutati rippuvkompass (1633.a)
   - 19. sajandil leiutati kaevandusteodoliit, väga mugav ~~ra~~ lugemit võtta.
     Tuli triangulatsioon (kolmnurkade võrk)
   - 20 saj. kivimite nihete uurimised

2. Geodeetiline alus
   Lambert tp. x 6375 y_0 = 500
   Lambert EST 1897. a. aluseks võetud kooniline projektsioon. Plaaniline võrk $(X; Y)$ L-EST 77
   Balti kõrgused 1977. (B 77)   BK 77 → Kroonlinna nulle
   Alates 1. jaanuar 2018 - 31 märts 2018 üleminek Amsterdami nullile.
   Lisaks on olnud Tallinna null (sadamas)

riiklik {Eesti Riiklik Põhivõrk
Eesti Riiklik Tihendusvõrk

- Kohalik Põhivõrk. Tahhümeetriline käigud ~500m Δ
  Rajatakse paarispunktid, Δ arv sõltub ascala suurusest, vähemalt 2 punktipaari.

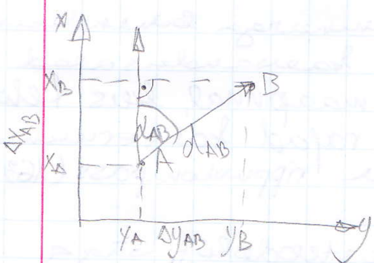
Muud kaevanduses ehitised lähtuvad šahtist

3. Kaevandusgeodeesia ülesanded

lähtealapõ varumagi punktidest: Uute punktide koordinaatide määramine käikude orienteerimine

- geodeetiline otseülesanne
- geodeetiline pöördülesanne
- direktsiooni nurkade arvutamine
- teodoliitkäikude arvutamine

a) otseülesanne



Antud on: d_{AB}; α_{AB}; X_A; Y_A

Leida: X_B; Y_B

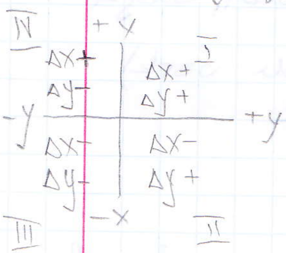
ΔX_{AB}, Δy_{AB} } koordinaatide juurdekasvud

$\Delta X_{AB} = d \cdot \cos\alpha_{AB}$

$\Delta y_{AB} = d \cdot \sin\alpha_{AB}$

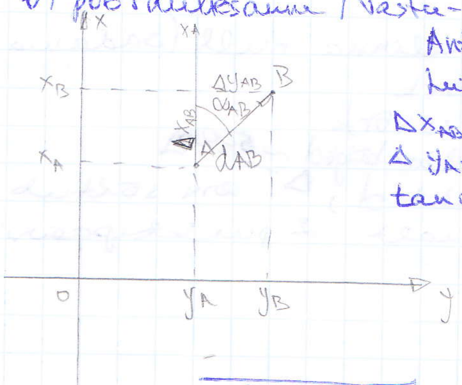
$X_B = X_A + \Delta X_{AB}$

$y_B = Y_A + \Delta y_{AB}$



13.09.12.

b) pöördülesanne / vastu-



Antud: X_A; Y_A; X_B; Y_B

Leida: α_{AB}, d_{AB}

$\Delta X_{AB} = X_B - X_A$

$\Delta y_{AB} = Y_B - Y_A$

$\tan\alpha_{AB} = \frac{\Delta y_{AB}}{\Delta X_{AB}}$ $\xrightarrow{arc\ tan}$ α $\xrightarrow{veerandi\ järgi}$ α_{AB}

Skeem eitab!

$d_{AB} = \frac{\Delta X_{AB}}{\cos\alpha_{AB}}$

$d_{AB} = \frac{\Delta y_{AB}}{\sin\alpha_{AB}}$

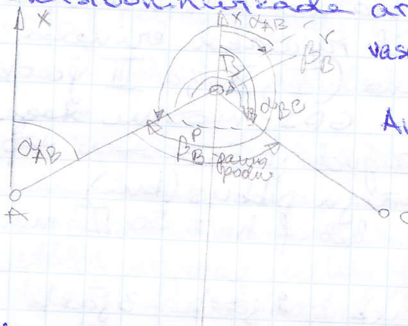
) lubatud erinevus täpsusklassi piires

$d_{AB} = \sqrt{\Delta X_{AB}^2 + \Delta y_{AB}^2}$

Seda at kasutatakse oma tugipunkti sidumiseks riikliku punkti koordinaatidega.

Konstruktsioone mõõtes pole oluline, mis koordinaatide süsteemis mõõdetakse. ehk skeem. Kui on riiklikus koordinaatide süsteem, siis täpne peaks.

c) direktsiooninurkade arvutamine



vasakpoolne, horisontaalnurk

Antud α_{AB} või arvutatud eelnevalt

$\left.\begin{array}{l}\beta_B^v \\ \beta_B^p\end{array}\right\}$ mõõdetud väljas

Leia α_{BC}

$$\alpha_{BC} = \alpha_{AB} - 180° + \beta_B^v$$
$$\alpha_{BC} = \alpha_{AB} + 180° - \beta_B^p$$

Kui $\alpha > 360°$, siis $-360°$

Kui $\alpha < 360°$, siis $+360°$

$$\alpha_{BC} = \alpha_{AB} + \beta_B^v - 180°$$

$\alpha < 0$, siis $360°$

d) teodoliitkäikude arvutamine.

"Tahhümeetrilised käigud

Rajatakse tavaliselt mõõdistuskäikudena. Ümbritsevad mõõdistatavat objekti, haaravad väikese ala. Mõõdistaja rajatud punkt, koordinaate ei pea jagama.

PEALMAA MARKŠEIDERIVÕRGUD

... rajatakse kogu kaevanduse territooriumi ulatuses. Nõutakse, et lähtepunktideks oleksid riiklike põhi- või tihendusvõrgu punktid.

Võrgud on mõeldud geodeetilise alusena kõigile markšeideri töödele antud kaevanduse piirdes.

Peavad olema kapitaalselt kinnitatud, st. püsivad.

Kaevanduse territooriumil rajatakse erineva tiheduse ja täpsusklasside võrkudena (I, II ja III järku)

Võrgud rajatakse GPS-mõõtmistega, kõrguste saamiseks nivelleerimiskäigud ja nõutav täpsus $20\sqrt{L}$ (mm)

L-käigu pikkus (km) lubatud viga

Insener tehniline niv. lub $f_h = \pm 50\sqrt{L}$ mm

Näitaja	1 järk	2 järk	3 järk	ÕP
käigu max pikkus (km)	10	6	4	0,4
Polügoni perimeeter (km)	30	15	9	–
Joonepikkus käigus (km) max	2	0,8	0,35	0,1
min	0,25	0,12	0,08	0,04
Keskmine nurgamõõtmise viga (sek)	2	5	10	30
Nurkade lubatud sulgemisviga (sek)	$5\sqrt{n}$	$10\sqrt{n}$	$20\sqrt{n}$	$60\sqrt{n}$
Käigu lubatud sulgemisviga	1:25000	1:10000	1:5000	1:2000

Oluline, et mõlemad oleksid omavahel õiges seoses. Riiklikega pole nii oluline.

Edasi rajatakse kohapealsed mõõdistusvõrgud, mis on detailsemõõdistamise ja märketööde aluseks.

Mõõdistustööde kindlustamiseks hoonestatud alal 4 punkti – $1m^3$ kohta, hoonestamata alal 1 punkt – $1m^3$ kohta. Punktid paigaldatakse nii, et neid saaks pärast kasutada mõõdistusvõrgu määramisel.

Kaevanduse territooriumil peab olema vähemalt 3 markšeideri võrgu punkti, II järgu täpsusega.

Need punktid paigutatakse allmaa markšeideri võrgu orienteerimisel ja koordi. siirmisel šahti, kena suudmest mitte kaugemale kui 300m.

Kõrguste siirmiseks paigaldatakse suudme lähedusse 2 seina reeperit, (või pinnasereeperit).

Punktid tähistatakse alaliste ja ajutiste märkidega.

Võrkude baasil tehakse topograafilist mõõdistamist.

1: 2000 } ehitustöödeks
1: 1000 } reljeefi lõikevahe 1-2m

1:500 – ehitiste detailseks mõõdistamiseks lõikevahe 0,5–1 m.

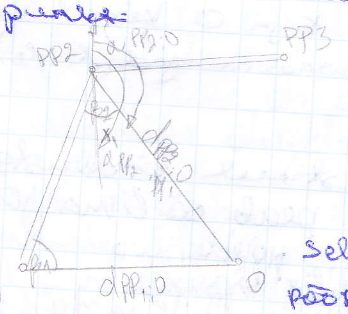
ŠAHTI TSENTRI MÄRKIMINE

vertikaalne šaht, mis on vaja maastikul märkida.
Šahti avatsentriks loetakse keskpunkti.
Märkimistööd algavad šahti tsentri märkimisest maastikule.
Šahti tsentri koordinaadid (x; y) on antud projektis.
Seega on ülesandeks otsida maastikul üles punkt, koordinaatide järgi. Olenevalt geodeetilisest alusvõrgust ja instrumentidest võib kasutada erinevaid meetodeid.

1. GPS
2. Allmasolevatest punktidest
3. kasutades lisapunkti.

1. Tarvis kahte vastuvõtjat. 1VV seisab kindlalpunktil, 2VV liigub maastikul. Liikub läheb umbkaudu plaanijärgsesse tsentrisse, seis a mõõtab saab koordinaadid ja annab teada kuhu poole liikuda. Täpsus sõltub nende vahekaugusest

2. Peab sobivas kauguses olema 3 geodeetilise võrgu punkti



PP – on teada; ja ka O koordinaadid

leida β_1; β_2
$d_{PP1;O}$
$d_{PP2;O}$

Selle puhul tuleb kõigepealt geodeetiliste pöördülesandega leida direktsiooninurgad.
$\alpha_{PP1;PP2}$; $\alpha_{PP1;O}$; $\alpha_{PP2;O}$; $\alpha_{PP2;PP1}$

Nende nurkade väärtustest leiame β_1 ja β_2; etteantud nurkadest leiame $d_{PP_1;O}$; $d_{PP_2;O}$

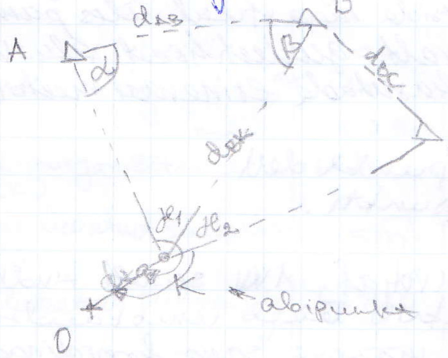
$B_2 = \alpha_{PP_2 PP_1} - \alpha_{PP_2,O}$

Saame kolmpunkti: ! β sõna ajutiselt
Väljamärgitud punkt tuleb kindlustada, ajutiselt võib kasutada vaia või posti, hiljem kapitaalselt

20.09.17

3. Lisapunktiga märkimine

Meetodit saab kasutada siis kui ole piisavalt lähedal geodeetilise alus võrgu punkte. Samuti ei saa kasutada GPS-mõõtmist. (Harv juhus). Sel juhul lähtutakse kaugemal olevatest punktidest.



Punkt K asukoht on võimalik määrata trigonomeetriliselt või polügonomeetriliselt. (ühe külje 2 nurga kaudu)

Vastavalt $d_{BK} = \frac{d_{AB} \cdot \sin\alpha}{\sin(\alpha+\beta)}$

I ΔABK

II ΔBCK

geodeetiline otsülesanne

K - koordinaadid

Kui on võimalik otse mõõta kaugust, siis kasutame otsülesannet.

Märkimiseks arvutatakse K ja O koordinaatide kaudu d_{KO}, lisaks horisontaalnurgad ($\mathcal{H}_1$; $\mathcal{H}_2$)

Šahtitsenter O tuleb maastikul kindlustada, kas raudtoruga või -vaiaga, ja see peab säilima järgnevate süvendamistöödeni.

Täpsus peaks olema ≤ graafilise projekteerimise täpsusega.

~~Ei tohiks~~ $\mu = k \cdot M$ k - väiksem lõik, mida saab graafiliselt mõõta, 0,2 mm = 0,0002 m.

1 : 500 $\mu = 0,0002 \cdot 500 = 0,1 m = 10 cm$

Markšeider peab märkimistööd tehes lähtuma sellist täpsusest. Igal juhul peab geodeetiline alusvõrk olema rajatud nõutava täpsusega, st. 3x täpsem kui on lubatud ehituslik tolerants, sest äärmine juhuslik viga on 3x keskmisest ruutveast suurem.

$m_{aarmine} = 3 \cdot m$

Jämedad ja süstemaatilised vead tuleb kaotada.
kordsemõõtmisega — juhuslikud vead on parandamatud.

Kui aluseks võtta geoloogilised andmed, siis ei ole oluline, kas šahtrajada siia või sinnapoole. Oluline on kogu kaevanduse ehitiste kompleks. Kui nihkub šahti tsenter oluliselt, siis nihkub kogu kompleks, sest ehitised on koordineeritud šahti järgi.

Plaanil on nn. mustad kõrgused, st. olemasolev maapind ja projektis punased kõrgused, st ehituslikud kõrgused.

~~Tsahti~~ Šahti rajamisel tuleks tsentrisse lüüa nael. (puit ☒), (Toru puhul ⦿)

Reeglina tuleks šahti ümbruses 30-40 m ulatuses lagedaks ja vertikaalselt planeerida.

ŠAHTI TELGEDE MÄRKIMINE

Šahti telgedeks nim. sirgeid, mis jagavad šahti ristlõike neljaks võrdseks osaks, need lähevad alati läbi šahti tsentri.

Telge, mis läheb tõstuki suunas, nim. peateljeks.

Nad on põhilisteks ~~ttt~~ orienteerivateks suundadeks. Nende järgi projekteeritakse kogu kaevanduste ehitiste kompleks. Nad on aluseks kogu projekti mahamärkimisel ja hilisematel kontrollmõõtmistel.

Igale šahtile on projektis ära märgitud tema teljed. Ühe telje direktsiooninurk α, on tingimata projektis antud.

Telgede märkimine toimub teljereeperite rajamisega. Kummalgi teljel rajatakse mõlemale poole šahti tsentrit 2 või kolm telje reeperit. Seega märgitakse teljed kokku 8 või 12 reeperiga.

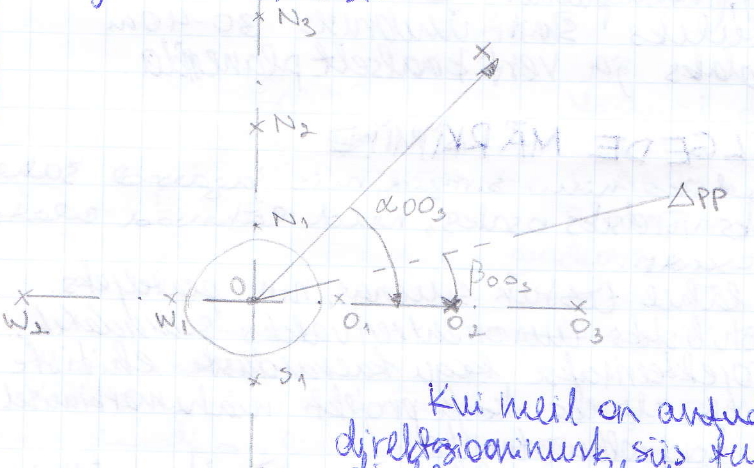
Mitme kordsed reeperid sp. et peale šahti ehitamist ei näe ühe šahti küljest teise, aga markšeideril on tarvis teha märkimistööd ja kontrollmõõtmisi.

Telje reeperite asukohtade valikul tuleb arvestada järgmisi tingimusi: 1) kohad kuhu ei püstita kapitaalseid ega ajutisi ehitisi. 2) asukohtades ei tohiks teha mullatöid. 3) Tuleb valida kohad, kus ei oleks tõenäoline reeperite juhuslik vigastamine. 4) ühe ~~sta~~ šahti teljel ~~vah~~ olevate reeperite vahel peab olema kindlustatud nähtavus. s.o. tähtis sest tööde käigus tuleb pidevalt kasutada telgede suundi mingamõõtmistel.

~~Kas~~ ~~Reeperite~~ asumist ühel joonel kontrollitakse teodoliidiga. kaugusi nivelleerimisega.

5) šahti avale lähimad reeperid tuleb rajada sellisele kaugusele, et läbindamise tööde käigus ei nihkuks paigast.

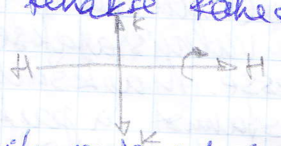
Soovituslikult tuleks rajada esimesed reeperid šahti tsentrist 8-10 meetri kaugusele. teised 15-25 meetri kaugusele üksteisest.



Kui meil on antud ~~peadirektsioon~~ telje direktsiooninurk, siis tuleb välja arvutada direktsiooninurkade vahest peatelje märkimiseks vajalik ~~vertikaal~~ horisontaalnurk β_{OO_3}

Telje reeperite asukohad peavad enne alustamist olema välja arvutatud. Teodoliit seatakse šahti tsentri kohal ja märgitakse maha horisontaalnurk β_{OO_3}. Nii saadakse peatelje suund. Sellel tuleb otsekohe märkida telje reeperid ajutiste tsentritega. Seejärel märgitakse teodoliidiga üleјäänud teljereeperite suunad ja asukohad.

Telgede märkimisel tuleb kasutada kontrollitud ja justeeritud teodoliiti. Eriti hästi peab olema justeeritud kollimatsiooniviga (KK ⊥ HH) viseerimistelg risti horisontaalteljega. Lisaks tehakse kahest vertikaalringi asendist. RP(I) ja RV(II).



Peale telgede märkimist ajutiste reeperitega, alustakse alaliste reeperite rajamist. Selleks tuleb teha süvend, allapool külmumispiiri ja oleks sinna kindlalt ankurdatud. Märgi enda pind peaks asetsema maapinnast u. 50 cm allpool. st praktiliselt nagu geodeetilise riikliku punktid.

Ajutise märgi tsentri kindlustamiseks rajatakse kolm paari vaie naeltega, iga paari vahele tõmmatakse niit kõigi kolme ristumispunkt peab langema ühte ajutise reeperi tsentriga.

Peale niitide eemaldamist puuritakse või kaevandatakse süvend. Niidid tõmmatakse uuesti kohale, mille järgi seatakse paigale metalltoru, mis jääb reeperiks. Betoneerimise ajal tuleb jälgida, et reeper ei nihkuks.

Peale betoneerimist märgitakse reeperile kõrniga täpselt tsenter. Et märk satuks õigesse kohta tuleb jällegi kasutada teodoliiti, see seatakse üles kas šahti tsentrisse või mõne ajutise reeperi kohale, kus ei ole veel alustatud kaevamist.

Märgi paremaks leidmiseks puuritakse kõrni kohale 5-7 mm sügavune auk, Ø 2-3 mm.

Telje reeperi vigastamise vältimiseks tuleb nad rajada maapinnast allapoole ~50 cm või kaitsta mingi piirdega.

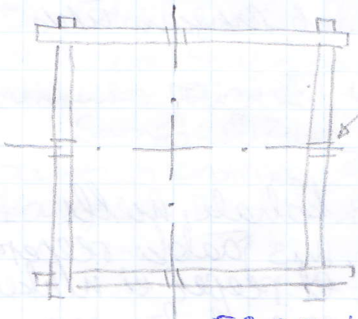
Kiiresti leidmiseks tuleks teha reeperiasukohtade skeemid. Kui määta teljereeperite kaugused šahti tsentrist, saab määrata ka nende koordinaadid. On kasulik nivelleerimiskäiguga mõnest kõrguskust aluspunktist määrata nende kõrgused.

Püsib täpsusest kus lub $f_h = \pm 20\sqrt{L}$ (mm) L - km.

ŠAHTIAVA RISTLÕIKE MÄRKIMINE

Peale šahti telgede mahamärkimist märgitakse šahtiava ristlõige. Selleks pannakse maha raam-šabloon (null-raam).

See valmistatakse projekti järgi ja kinnitatakse pinnasesse. Markšeideri ül on kontrollida raamšablooni valmistamist ja paika asetamist. Raam tehakse prussidest, ristkülikukujulise šahti jaoks peaksid moodud vastama süvendimõõtmetele. Kui ümmargune ristlõige, siis tehakse algul ruudukujuline raam, kinnitakse nurkadesse diagonaalprussid ja raami sisse kinnitakse paksud lauad, millesse lõigatakse šahtiava. Raamšablooni mõõtmed võivad projektist erineda 2-3cm suurenemise suunas.

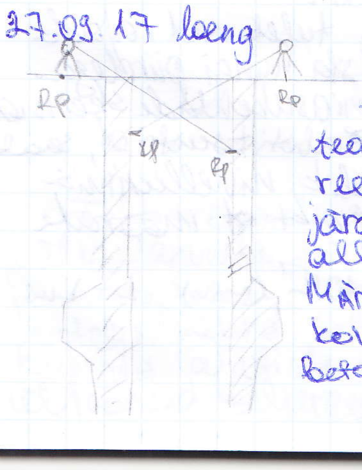


Sisse peavad mahtuma manned + betoneerimine.

Raam-šablooni paigaldamiseks rajatakse süvend. Täpseks raami riktimiseks tõmmatakse telje reeperitele vahele nöörid, mille suhtes kontrollitakse raami asendit. Selleks märgitakse raami ehitamise korgusel peale telje-märgid. Tavaliselt 2 paralleelse joonega.

Kui on läbindatud ja kindlustatud šahti esimene lüli, tuleks šahti teljed kanda süvendisse ja rajada seal telje märgid.

27.09.17 loeng



Telje märgid viiakse šahti teodoliitide abil, selleks seatakse teodoliidid üles šahti ava lähimasse telje reeperisse. Orienteeritakse vaatekiir šahti telgede järgi ja viseeritakse šahti suudmest allapoole nii sügavale kui võimalik. Märgitakse 4 reeperit ehk iga telje haru kohta üks. Reeperiks võib olla sisse betoneeritud märk.

Kõik neli teljereeperit on hea paigutada täpselt ühele ja samale kõrgusele. Sellisel juhul saab kasutada ka kõrgusmärkidena.

Kui šahti ava on ümmargune ristlõigu, siis riputatakse ülal šahti telge märkiv rippload. Sellest mõõdetakse raadiused süvendi seinteni ning võrreldakse projektraadiustega.

Kui on ristkülikukujuline šahti ava, siis riputatakse rippload igasse nurka ja neist mõõdetakse kaugused šahti seinteni, mis peaksid olema ühesugused kogu läbindamise käigus. Selle käigus peab markšeider näitama kuhu tuleb rajada tugivöönd ja kontrollima nende rajamise täpsust. Tugivöö süvendi horisontaalsust kontrollitakse raamšabloonidest tugiservani (h_k). Betoneerimiseks rajatakse raketis, ja selle horisontaalsust kontrollitakse loodimisega või mõõtes kaugusi h või h_k raketise ülaservast raamšabloonini või šahti seintesse rajatud teljereeperitena.

Raketise paigaldamise täpsust šahti vertikaaltelje suhtes kontrollitakse raadiuste (r ja R) mõõtmisega.

Šahtitelgede märkimisega šahti seintel rajatakse omapärane tugipunktide võrk, mis võimaldab markšeideril teha vajalike mõõdistamis ja märkimistööd. Teljepunktide olemasolu korral taandub igasugune mõõdistamine kauguse mõõtmiseks teljest objektini.

MARKŠEIDERI TÖÖD VERT. ŠAHTI LÄBINDAMISEL

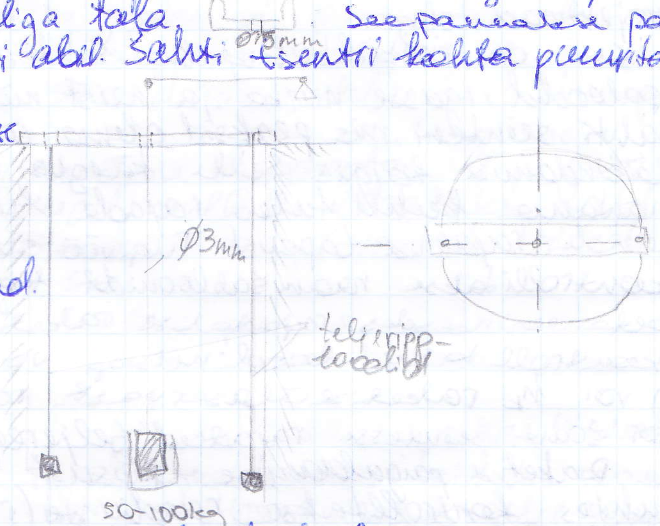
Šahtiöös on kaevanduse rajamisel väga oluline element ja tehtud kõrvalekaldumised projektist võivad põhjustada šahti eksplateerimisel raskusi.

Markšeideri ülesandeks on kindlustada šahti rajamine täpselt projekti järgi. Põhilisteks töödeks on: ① Kontrollida šahti ava 1 kõik mõõtmed ja kuju ning teostamist.
② Ripploodide kinnitamine šahti horisontidele.
③ Kõrguste ülekandmine šahti seinasse kinnitatud reeperitele.
④ Šahtiööne ristlõike kontroll kogu šahti läbindamisel ja betoneerimisel.

Šahti esimese lüli läbindamine algab kohe

raamšablooni paigaldamist. 1 leili rajatakse vähemalt niisuguste kivimitel, mis võivad olla aluseks leili tugivöö rajamisel.

Šahti läbindamisel, toestamisel, armeerimisel on tarvis märkida šahtis tema teljed ja tsenter. Põhiliselt on kaks juhust. ① Kui piki ühte šahti telge on paika pandud V-profiiliga tala. See pannakse paika teodoliidi ja nivelliiri abil. Šahti tsentri kohta puuritakse talasse auk.

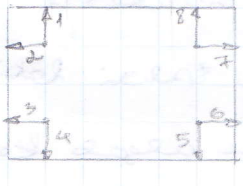


Tsentrist lastakse alla tross, mille otsas on raskus, (tsentriripplood) seda kasutavad läbindajad. Teljeripploodid on markšeideri jaoks. Ripploodi asemel võib olla ka laser.

② Piki telge tala pole. Sellisel juhul lastakse tsentriripplood alla tõstetornist, teljed tähistatakse teljereeperitega. Kõige lihtsam reeper klambrikujuline, aga võib olla ka teise kujuga.

Läbindajad kasutavad enamasti šablooni, nt. [illegible] ristlõike kaval [illegible] tsentri kohta telgede ripploode. Ristlõike mõõtmeid tuleks kontrollida piki telge iga 2-5 meetri tagant. Tulemused kirjutatakse välraamatusse, mis peavad säilima tööde lõpuni.

Horisont	Profiili laius	Mõõdetud raadiused								Skeem
		R_1	ΔR_1	R_2	ΔR_2	R_3	ΔR_3	R_4	ΔR_4	
60	3	3,1	+0,10	3,20	0,2	+[illegible]	[illegible]	2,97	-0,03	1, 2, 3, 4
62	3	2,95	-0,05	3,10	+0,1	3,3	+0,3	3,40	+0,40	



8 kontrollmõõtmist igal horisondil.

Kui ristlõikel on korrapäratu kuju, siis tuleb teha täiendavaid mõõtmisi, et saaks täpselt välja joonestada šahti ristlõike.

Ristkülikulise ristlõikelga šahti puhul tuleb mõõta kaugused ~~nnn~~ nurkades asuvatest sipploodidest šahti seinteni.

Markšeider peab ära näitama kuhu tulevad tugivööd ja kuidas paika panna betoneerimise rakis.

Markšeideri ül. mõõta kaugus ka kõrgeste ülekandmine šahti seintesse kinnitatud reeperitele.

Lisaks teljereeperitele tuleb ka seintesse kinnitatud klambreid.

Ülemiste teljereeperite ja klambrite kõrgused määratakse nivelliiriga. Mugavam on, kui kõik teljereeperid on ühel ja samal kõrgusel.

Alumiste kõrguste määramiseks tuleks nende vertikaalsed kaugused mõõta ülemistest reeperitest. Vertikaalkaugusteks on sobiv mõõta metallrulette. Mugavam on, kui rullett on ümber tehtud, et teda saab üles riputada klambritele või vahepealsetele konksudele. Ümbertegemine seisneb ruleti kinnitamisel avasse metallotsik, mille tsenter langeb ühte nullkriipsuga. Kui rulett ei ulatu ülemisest alumise reeperini, siis tuleb nende vahele kinnitada seina konksud. Rulett riputatakse iga konksu külge ja võetakse lugem järgmise konksuni. Lõpuks lugemeid kokkulites saame meid huvitava kauguse. $H_4 = H_1 - (h_1 + h_2 + h_3)$

Pikkade terasrullettide puhul on eriti tähtis arvutada vajalikud parandid. Seda tehakse pärast ruleti komparereerimist (kontrollimist). Parandid ① lindi nominaalpikkuse parand (komparereerimise parand). ② temperatuurist vahest tingitud parand. ③ Lindi enda raskusest tingitud parand. ④ Rakendatud raskuse parand.

Kirjeldatud viisil saab määrata kõigi nelja ühes horisondil asuvad teljereeperite kõrgused.

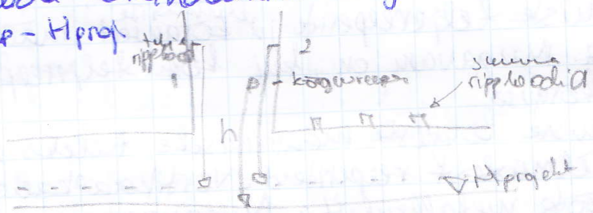
Kind otstarbekam on üksjaamad kolme kõrgused määrata nivelliiriga.

Šahtis oleks vajalik tugipunktide süsteem kontrollmõõtmiste tegemiseks, peab markšeider juba aegsasti laskma teha kõik vajalikud tööd nende punktide paigaldamiseks. Tugipunktid tuleb rajada

paralleelselt läbindamis ja betoneerimis töödega. Olgu siin lubatud paar kõrvalekallet. ① Ristlõike suurenemine on lubatud 5% projektmõõtmetest. Vähenemine pole lubatud. ② šahti betoneeritud seinad võivad olla nihkunud projektist kõrvale kui ristlõike suurenemise suunas.

ŠAHTIÕUE RAJAMINE

Šahti vajalik sügavus on antud projektis. Kui läbindamisel jõutakse projektsügavuse lähedale, kinnitab markšeider kaks teljereeperit ja kõrgusreeperi, et täpselt kontrollida läbindamise sügavust.
Läbindada Hpp - Hproj



Kui on teada reeperi kõrgus ja projekt kõrgus, saab teada kui palju on veel läbindada. Projekt kõrguseni jõudes tuleb rajada šahtiõu. Algul rajatakse 8 - 10m pikkuses ja mitte täies ristlõikes. Et rajada täies ulatuses, ristlõikes, suunas, tuleb üle kanda maapinnalt kaevandisse šahti teljed. Šahti telgede järgi saab määrata nõutava suuna. Täies ristlõikes rajamisel tuleb algul rajatud lõigule paigaldada kolm ripploodi läbindava lõigusuunal.

ŠAHTIAVA ARMEERIMINE

Seadmete ja materjalide šahti laskmiseks ning maavara ülestõstmiseks tuleb šahti paigaldada juht latid, mis kinnitakse põiktalade külge. Põiktaladeks on tepelt metallist I või T talad, mis asuvad šahtis horisontaalselt ja on enamasti paralleelsed telgedega. Šahti armeerimiseks nim. kogu tööde kompleksi, mis on seotud põiktalade ja juhtlattide paigaldamisega ning redeliladeri rajamisega. ~~Põikta~~ Põiktalade plaan on antud projektis

04.10.17

Põiktalade ja lattide paigaldamise täpsus peab olema kõrge. Näiteks:

① Põiktalade lubatud kõrvalekaldumine proj. tasandist, kohtadest kuhu nende külge kinnitatakse latti võib. ± 2mm ja šahti seinas kuni ±5mm

② Horisontaalsuse viga 0,002 põiktala pikkusest ~~m~~ 1m kohta 2mm.

③ Juhtlattide kõrvalekaldumine vertikaalist on lubatud kuni ± 3mm.

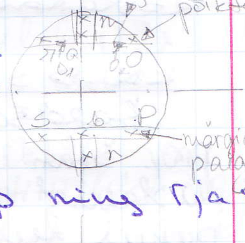
Märkšeideri ül on kontrollida

① korruse põiktalad vastaksid projektile

② ühenimelised põiktalad asuksid rangelt teineteise kohal

③ korrused oleksid teineteisest ettenähtud kaugusel

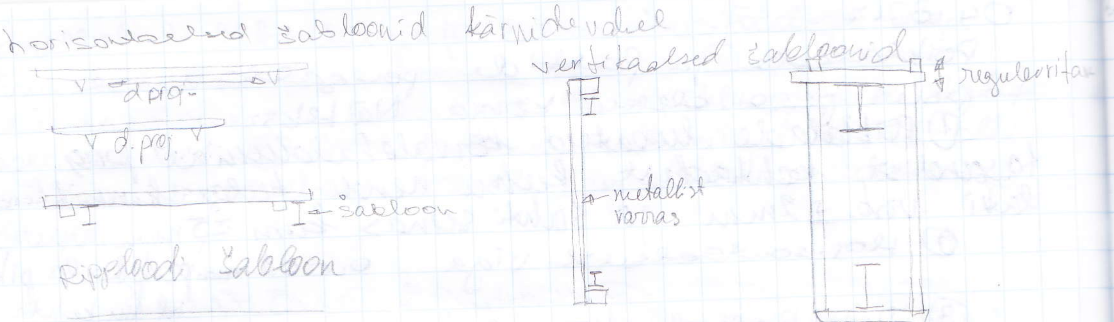
Et saada šahti ~~~~ armeerimisel nõutavat täpsust ja kiirendada tööd, siis põiktalade märkimine ja valmistamine tehakse montaaži platsil. Taladele tehakse spetsiaalsed märgid, mille järgi need paigaldatakse teljeole ja üksteise suhtes õigesse asendisse.

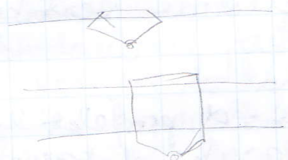


Armeerine algab peatala paigaldamisega šahti suudmes. Seal kontrollitakse et kõik eelnevalt märgitud kärnid (a, b, m, n) asuksid ühel joonel ja asuksid täpselt šahti teljel. Kontrollitakse O ja p ning r ja s vahelised kaugused.

Põiktalade horisontaalsust kontrollitakse nivelliiriga.

Peale betoneerimist tuleb teha kontrollmõõtmis. Seejärel paigaldatakse ripploodid järgmiste korruste sihtimiseks. Ripploode tavaliselt 4, (vt. skeemi) olenevalt põiktalade skeemist. Joonisel pisaks kahest. Ripploodid kinnitatakse põiktalade külge. Ripploodid lastakse šahti vintside abil ja talade vahelised kaugused kontrollitakse šabloonide abil. Enne peavad talade olema kärniga kantud joonisel olevad punktid.





On kasutusel hor. ja ver. šabloonid ja ripploodi šabloonid. Need võib valmistada selliselt, et nad kergendaksid põiktalade betoneerimist, hoides alumist paigal.

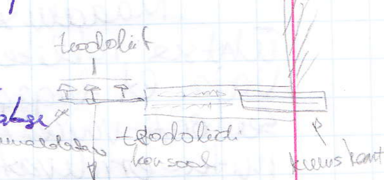
On kasutusel ka reguleeritava pikkusega, et oleks võimalik arvestada metalli joon paisumist. Kui põiktala on paigas, betoneeritakse see. Peale seda võib kontrollida põiktala asendit ripploodide ~~sihtes~~ sihtes ja kasutades horisontaalset veeloodiga. Juhtlatid paigaldatakse peale kõigi talade betoneerimist, kasutatakse šabloon. Juhtlattide asendit kontrollitakse ripploodide sihtes. Kõik kontrollmõõtmised teostatakse žurnaalides.

KALDŠAHTI RAJAMINE

Kaldšahti rajamisel on vaja välja märkida proj. šahti pikitelg ja kontrollida šahti ristlõike vastavust kogu pikkuses projekteeritule. Kui ver. šahti puhul teeb ainult teha joonmõõtmisi, siis kald-šahti puhul tuleb teha joone ja nurga mõõtmisi. Märkimine sama täpsusega (suurem ei ole lubatud). Telgreeperid, mis on rajatud lakke, ei ole nii usaldusväärsed kui seintesse ja põrandasse rajatud.

Algul märgitakse maha ja kaevatakse süvend, kuhu hiljem rajatakse raketis. Süvendi telg märgitakse teodoliidiga, aga kõrgused nivelliiriga. Kui süvendisse on tugiseina rajatud, tuleb märkida välja kaldšahti telg, kuna otse teljel töötada ei saa. Rajatakse trasseerimistelg, mille punktid asuvad ühe šahti seina lähedises ja kaugusel 5m, mis võimaldab

teodoliidi konsooli paigaldamist.
Teodoliidi konsooli pikkus on valitav ja seejärel tuleb välja arvutada kaugus s_0, mis on tressi eenimisteljest šahti teljeni.



Kaugus s_0 märgitakse välja telje-reeperitest mööda ristsiigeid ning kindlustatakse punktid 1 ja 2.

Šahti suudmesse täpselt tressi eenimisteljele kinnitatakse markšeideri märgid O_1 ja O_2 (lakke). Punktidele O_1 ja O_2 ripploodide nööridele märgitakse viseerimistelje ripploodi nööri ristumiskohad ja kaldenurk märgitakse teodoliidiga. Mõõdetakse O_1 ja O_2 kaugused V_1 ja V_2, et neid märke saaks taastada. Šahti läbindamisel tuleb telge märkide edasi. Seda võib teha teodoliidi või laserkiire abil. Telje pikendamiseks ei pea telje O_1 panema teodoliiti telje märgile V_1, vaid võib üles või allapoole, kuid tuleb mõõta nihke suurus. Järgnevatele ripploodidele märkides tuleb arvestada selle nihke suurusega. Kaldenurga määramise täpsus $\pm 1,5t$, kus t on instrumendi lugemi täpsus. Suuna ja kalde märkimine tuleb teha kahes (RV ja RP) ringi asendis.

Läbindamise käigus tuleb jätkata telje ja kalde märkimist ja läbituid vahemaid kontrollida, vahetult enne siltpunktini jõudmist, tuleb üle kontrollida kogu šahti pikkus ja rajada viimased telje märgid vahetult enne lõppu (5 m ümber).

Kaldšahti tugistatakse vastavalt projektile ja markšeider kontrollib ristlõiget. Kaldšahti põhja rajatakse raudtee rööpad. Markšeider märgib rööbaste kõrgused 20 m piketidi tagant. Piketid paigaldatakse nii, et nende kõrgused kopeeriks täpselt raudtee kallet ja kõik piketid oleksid ühel ja samal kõrgusel. Seda võib teha nivelleerimisega või ka laseriga. Nivelleerimisel on hea kasutada kaldkiirt.

MAAALUSTE ja PEALSETE MÕÕDISTAMISTE ORIENTEERIMINE 18.00.17

1. Üldist

Maaalused ja -pealsed mõõtmised peavad olema ühtses riiklikes koordinaatides (L-est 97). Seda on vaja, et tagada maardle õige ja ohutu kaevandamine. See eriti vajalik, kui ühte ja sama maardlat kaevandab mitu erinevat kaevandust. Tähtis tagada ohutus kaevanduspiiril töötades. Lisaks võib korraga kaevandada lahiselt kui ka maaalt, siis peab määrama ohutu intervalli nende tööde vahel ver. kui hor. pinnas.

Maaaluste mõõdistamiste pealsetega, tehakse spets. sidumismõõdistamised. St. on vaja viia maapealt maa-alla nii suund kui ka koordinaadid. Seda saab teha füüsikaliste või geomeetriliste meetoditega. Geomeetrilise orienteerimise puhul proj. maapinnalt šahti üks tuntud direktsiooninurgaga suund. Füüsikaliste meetodite puhul määratakse maaaluse käigu direktsiooninurk magnetnõela või güroskompassi järgi. Kõrguse ülekandmine toimub alati eraldi. Erinevad meetodid:

1. Orienteerimine ühe vertikaalse šahti kaudu.
2. Orienteerimine kahe vertikaalse šahti kaudu
3. Güroskoopiline orienteerimine
4. Orienteerimine kaldšahti kaudu.

(1) Orienteerimisel on vaja kahte ripploodi, mis lastakse maapinnalt orienteeritavale horisondile. Nende töödi tegemise ajaks tuleb peatada tõstemasina töö ja ventileerimine. Horisondile lastakse 2 ripploodi ja need moodustavad vertikaalse tasapinna mille jälgis ripploodi ühendav sirglõik peab olema paralleelne analoogse ristlõike sirglõiguga orienteeritaval tasandile. Ripploodide vahekaugus maksimaalne. Stabiilsuseks kinnitatakse raskused ja lastakse vedelikega täidetud mahutitesse. Ripploodideks on peenikesed trossid

18.00.17

Kodune ülesanne

Läbi A

$\alpha_{3A} = 113°09'10''$ (12)''

$\alpha_{A4} = 106°47'50''$ (52'')

$\alpha_{4;5} = 111°47'33''$ (40'')

$d_{5;6} = 23°14'04''$ (02)''

Läbi B

$\alpha_{3,B} = \alpha_{23} + \beta_3 - 180° = 48°10'50'' + 242°08'54'' - 180° = 110°19'46''$

$\alpha_{B;4} = \alpha_{3;B} + (360° - \beta_1 - \beta_2) - 180° = 110°19'46'' + (360° - 08°25'07'' - 173°49'59'') - 180° = 108°04'40''$

$\alpha_{4;5} = \alpha_{B4} + \beta_4 - 180° = 108°04'40'' + 183°43'00'' - 180° = 111°47'40''$

$\alpha_{5;6} = \alpha_{4;5} + \beta_5 - 180° = 111°47'40'' + 91°26'24'' - 180° = 23°14'04''$

Koordinaadid

Läbi punkti A:

$x_4 = x_3 + \Delta x_{3A} + \Delta x_{A4} = x_3 + b_1 \cdot \cos\alpha_{3;A} + b_2 \cdot \cos\alpha_{A;4} =$
$= +788,580 + 6,996 \cdot \cos 113°09'12'' + 11,320 \cdot \cos 106°47'52'' =$
$= +788,580 + 2,751 - 3,271 = 782,558$

$x_5 = x_4 + d_{4,5} \cdot \cos\alpha_{4,5} = +782,558 + 11,334 \cdot \cos 111°47'40'' =$
$= +778,331$

$x_6 = x_5 + d_{5,6} \cdot \cos\alpha_{5;6} = +778,331 + 45,363 \cdot \cos 23°14'04'' =$
$= +820,045$

Läbi B

$x_4 = x_3 + a_1 \cdot \cos\alpha_{3;B} + a_2 \cdot \cos\alpha_{B;4} = 788,580 + 8,318 \cdot \cos 110°19'46'' +$
$+ 8,978 \cdot \cos(108°04'40'') = +782,557$

$x_5 = x_4 + d_{4;5} \cdot \cos\alpha_{4;5} = 778,330$

$x_6 = x_5 + d_{5;6} \cdot \cos\alpha_{5;6} = 820,014$

Läbi punkti A

~~$y_4 = y_3 + b_1 \cdot \sin\alpha_{3B} + b_2 \sin\alpha_{B4} = +40\,100,121 + 6,996 \cdot \sin 110°19'46'' + 11,320 \cdot \sin 108°47'52'' =$~~

$y_4 = y_3 + b_1 \cdot \sin\alpha_{3A} + b_2 \cdot \sin\alpha_{A4} = 40\,100,121 + 6,996 \cdot$
$\cdot \sin 113°09'12'' + 11,320 \cdot \sin 106°47'52'' = +40\,117,390$

$y_5 = y_4 + d_{4;5} \cdot \sin\alpha_{4;5} = y_4 + 11,384 \cdot \sin 111°47'46'' =$
$= +40\,127,960$

$y_6 = y_5 + d_{5;6} \cdot \sin\alpha_{5;6} = y_5 + 45,363 \cdot \sin 23°14'04'' =$
$= +40\,145,855$

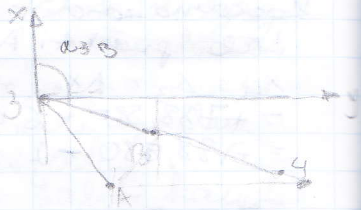
Läbi punkti B

$y_4 = y_3 + a_1 \cdot \sin\alpha_{3;B} + a_2 \cdot \sin\alpha_{B;4} = y_3 + 9,318 \cdot \sin 110°19'46'' +$
$+ 8,978 \cdot \sin 108°04'40'' = 40\,117,393$

$y_5 = y_4 + d_{4;5} \cdot \sin\alpha_{4;5} = y_4 + 11,384 \cdot \sin 111°47'40'' = 40\,127,963$

$y_6 = y_5 + d_{5;6} \cdot \sin\alpha_{5;6} = y_5 + 45,363 \cdot \sin 23°14'04'' = 40\,145,858$

$x_4 = +782,558$ $\quad y_4 = 40\,117,392$
$x_5 = +778,330$ $\quad y_5 = 40\,127,962$
$x_6 = +820,014$ $\quad y_6 = 40\,145,856$



Näiteks y_4 veaga

② Orienteerimine kahe vertikaalse šahti kaudu

Läbi ühe vert. šahti kaudu orienteerimisel kujuneb summaarne viga projektsiooni ja kiilogeemise vedest. Analüüsiga on selgeks saanud, et ühel vertikaalse šahti kaudu orienteerimisel sõltub projektsiooniviga põhiliselt ripploodide vahelisest kaugusest. Seda ei saa alati suurendada. Kui orienteerida kahe vertikaalse šahti kaudu, on proj. viga teise järguline, sest kaugus rippoodide vahel on suur. See orienteerimis yüs ongi kõige täpsem. Näiteks: kui rippoodide vahekaugus on 50 m ja projektsiooni viga 2 mm, siis on orienteerimissuuna viga 8 sekundit. See on teistega võrreldes tühine. Sellest järeldub, kui vahekaugused on 50 m või enam, siis on otstarbekas kasutada sidumist kahe ripploodi kaudu. Tavaliselt kasutatakse seda pikemalt rajatud maaluste käikude kontrollimisel. Kahe vertikaalse šahti kaudu orienteerimisel, toimub geomeetriline

sidumine pe maapealse ja maaaluse vahel kahe rippload: O_1 ja O_2 abil, mis on alla lastud kahest vertikaalsest šahtist. Orienteerimine koosneb etappidest:
(1) Rippload paigaldamine – naga ühe ver. šahti kaudu.
(2) Rippload sidumine maapinnal ja maaall. Maapinnal kaks varianti. a) Kui rippload vaheline kaugus on väike, siis saab kasutada mõlema sidumiseks üht ja sama maapealset punkti. Sidumiskäigus ei tohiks olla üle 3 külje. b) Kui rippload vaheline kaugus on suur, siis rajatakse mõlema jaoks käigud eraldi alguspunktidest.
Maaall sidumine tehakse teodoliitkäiguga. Käik võimalikult sirgjooneline ja väiksima võimaliku punktide arvuga. Maapealsete mõõtmise tegemisel tuleb jälgida, et rippjoone suhteline viga lähima geodeetilise võrgu külje suhtes ei tohi maapinnal olla üle 20 sekundi. Maaaluse suuna viga üle 1. minuti normiga võrreldes

25.10.17

Geodeetilise pöördülesande arvutamisega saadakse rippload ühendava suuna direktsiooninurk.

$$\tan\alpha_{O_1,O_2} = \frac{y_{O_2}-y_{O_1}}{x_{O_2}-x_{O_1}} \xrightarrow{\arctan} \alpha_{O_1O_2}$$

Järgnevalt arvutatakse rippload vahelise kauguse:

$$L_{O_1O_2} = \frac{\Delta y_{O_1O_2}}{\sin\alpha_{O_1O_2}} = \frac{\Delta x_{O_1,O_2}}{\cos\alpha_{O_1,O_2}}$$

lubatud erinevus oleneb täpsusklassist. $\left(\frac{1}{2000} : \frac{1}{5000}\right)$

Üks rippload, nt O_1, võetakse tinglike koordinaatsüsteemi aluseks maaall, suund ripploadilt O_1 piki maaaluse käigu esimest külge, võetakse tinglikku süsteemi abtsiss teljeks. (Tinglik süsteem a, b)
Sellis süsteemis arvutatakse välja kogu maaaluse käik, ka. teise välja arvatud rippload O_2 koordinaadid. Arvutused nagu tavalisel teodoliitkäigul. Seejärel tuleb asuda tinglikusüsteemi ja maapealse süsteemi võrdlemisele. Kõigepealt arvutatakse välja ripploade ühendava suuna direktsiooninurk tinglikus koordinaatide süsteemis.

$$\tan\alpha'_{O_1,O_2} = \frac{y'_{O_2}-y'_{O_1}}{x'_{O_2}-x'_{O_1}}$$

Ripploodi vaheline kaugus: $L^{maapeal}_{O_1;O_2} = \frac{\Delta y_{O_1;O_2}}{\sin\alpha_{O_1;O_2}} = \frac{\Delta x_{O_1;O_2}}{\cos\alpha_{O_1;O_2}}$ lubatud erinevus täpsusklassi järgi.

Arvutame pikkuste erinevused:

$\Delta L = L_{O_1;O_2} - L'_{O_1;O_2}$ $\frac{\Delta L}{L} \le \frac{1}{2000}$ või nõutav täpsusklass

Pikkuste korrigeerimiseks arvutatakse reduktsiooniteguri. $K = \frac{L_{O_1;O_2}}{L'_{O_1;O_2}} \approx 1$ (0,9999)

Sellega korrutatakse läbi kõik maaaluse käigu küljepikkused. Sarnane koordinaatide juurdekasvuga.

Tuleb arvutada nüüd ka kahesüsteemi vaheline pöördenurk $\varepsilon = \alpha_{O_1;O_2} - \alpha'_{O_1;O_2}$. Selle võrra tuleb pöörata kogu käiku ja arvutada uued direktsiooninurgad. Seejärel arvutatakse uusti ja uued koordinaatide juurdekasvud ja maaaluste punktide koordinaadid maapealsete süsteemis

Näite ülesanne:

Punkt P jaoks õhtsil. lahendada.

① Leida X_P ja Y_P (koordinaadid)

$\alpha_{BP} = \alpha_{AB} + \beta_B - 180° = 341°33'00'' + 183°42'10'' - 180° = 345°15'10''$

$\Delta X_{BP} = d_{BP} \cdot \cos\alpha_{BP} = 31,02 \cdot \cos 345°15'10'' = +30,00$

$\Delta Y_{BP} = d_{BP} \cdot \sin\alpha_{BP} = 31,02 \cdot \sin 345°15'10'' = -7,90$

$X_P = X_B + \Delta X_{BP} = +1268,17 + 30,00 = +1298,17$

$Y_P = Y_B + \Delta Y_{BP} = -7536,19 - 7,90 = -7544,09$

$\gamma' = 360° - 294°22'33'' = 65°37'27''$

② X_Q ; Y_Q koordinaadid.

$\tan\alpha_{CD} = \frac{Y_D - Y_C}{X_D - X_C} = \frac{-7697,43 + 7657,99}{988,54 - 1049,10} = \frac{-39,44}{-60,66} = 0,6501813$

III veerand $\alpha_{CD} = 33°1'52'' + 180° = 213°1'52''$

$\alpha_{DC} = 33°01'52''$

$\alpha_{CQ} = \alpha_{DC} + \gamma - 180° = 33°01'52'' + 294°22'33'' - 180° = 147°24'25''$

$\alpha_{DQ} = \alpha_{CD} + \delta + 180° = 213°01'52" + 58°44'20" - 180° =$
$= 91°46'12"$

$\gamma' = 360° - \gamma = 360° - 294°22'33" = 65°37'27"$

$\Theta = 180° - \gamma' - \delta = 180° - 265°37'27" - 58°44'20" - 55°38'13"$

$d_{CQ} = \frac{d_{CD} \cdot \sin\delta}{\sin\Theta} = \frac{72,35 \cdot \sin\delta}{\sin\Theta} = 74,92$

$d_{DQ} = \frac{d_{CD} \cdot \sin\gamma'}{\sin\Theta} = \frac{72,35 \cdot \sin\gamma'}{\sin\Theta} = 79,83$

$\Delta X_{CQ} = d_{CQ} \cdot \cos\alpha_{CQ} = 74,92 \cdot \cos\alpha_{CQ} = -63,12$
$\Delta Y_{CQ} = d_{CQ} \cdot \sin\alpha_{CQ} = 74,92 \cdot \sin\alpha_{CQ} = +40,36$
$\Delta X_{DQ} = d_{DQ} \cdot \cos\alpha_{DQ} = 79,83 \cdot \cos\alpha_{DQ} = -2,47$
$\Delta Y_{DQ} = d_{DQ} \cdot \sin\alpha_{DQ} = 79,83 \cdot \sin\alpha_{DQ} = +79,79$

Koordinaadid:
C: $X_Q = X_C + \Delta X_{CQ} = 986,08$ $Y_Q = Y_C + \Delta Y_{CQ} = -7617,63$
D: $X_Q = X_D + \Delta X_{DQ} = 986,07$ $Y_Q = Y_D + \Delta Y_{DQ} = -7617,64$

③ Ripploodide vaheline kaugus ja suund direktrioonnurk maapinnal.

$\tan\alpha_{PQ} = \frac{Y_Q - Y_P}{X_Q - X_P} = \frac{-7617,63 + 7544,09}{986,08 - 1298,17} = \frac{-73,55}{-312,09} = 0,235677$

III arctan $\Rightarrow \alpha = 13°15'41"$ $\alpha_{PQ} = 13°15'41" + 180° =$
$= 193°15'41"$

$d_{PQ} = \frac{\Delta Y_{PQ}}{\sin\alpha_{PQ}} = 320,63$

$d_{PQ} = \frac{\Delta X_{PQ}}{\cos\alpha_{PQ}} = 320,63$

④ Maaalus käigu arvutus
Suunane ühtlika süsteemi abstsiss a pikikülge P1
$W_{P1} = 0°0'00"$
$W_{12} = W_{P1} + \beta_1^{VP} - 180° = 0°0'00" + 104°16'22" - 180° = -75°43'38"_{+360°}$
$= +284°16'22"$
$W_{2,3} = W_{12} + \beta_2 - 180° = 284°16'22" + 180°01'02" - 180° = 284°17'24"$
$W_{3,4} = W_{23} + \beta_3 + 180 = 284°17'24" + 179°55'18" - 180° = 284°12'42"$
$W_{4,Q} = W_{3,4} + \beta_4 - 180° = 284°12'42" + 179°52'34" - 180° = 284°05'16"$

01.11.17 loeng

Maaalusest käigu juurdekasvud suvalises koord. süsteemis

	W	d	b = d · sin W	a = d · cos W
P	0	29,78		+ 29,78
1	284°16'22"	51,66	− 50,07	+ 12,74
2	284°17'24"	83,47	− 80,89	+ 20,60
3	284°12'42"	102,30	− 99,17	+ 25,12
4	284°05'16"	74,70	− 72,45	+ 18,18
Q				
	Summa		− 302,57	+ 106,42

⑤ Ripploodide vaheline ~~nurk~~ direktsioon suvalises koordinaatide süsteemis. $W_{PQ} = ?$

$$\tan W_{PQ} = \frac{\Delta b_{PQ}}{\Delta a_{PQ}} = \frac{-302,57}{+106,42} = -2,84351683$$

IV veerand

$W'_{PQ} = 70°37'20"$ $\quad W_{PQ} = 289°22'40"$

ja nende vaheline kaugus:

$$d_{PQ} = \frac{\Delta a_{PQ}}{\cos W_{PQ}} = \frac{106,42}{\cos W_{PQ}} = 320,74$$

$$d_{PQ} = \frac{\Delta b_{PQ}}{\sin W_{PQ}} = \frac{-302,57}{\sin W_{PQ}} = 320,74$$

Maapeal $d_{PQ} = 320,63$

Suhteline viga $\frac{\Delta d}{d} = \frac{0,11}{320} = \frac{1}{32000}$

Nagu näha on maapealne kaugus lühem, aga see loetakse õigeks, et maaalust korrigeerida arvutatakse reduktsioon-tegur K

$$K = \frac{d_{PQ}\ \text{maapealne}}{d_{PQ}\ \text{maaalune}} = \frac{320,63}{320,74} = 0,999657 \approx 1$$

Järgnevalt tuleb $d_{parandatud} = d_{mõõdetud} \cdot K$

Kui see tegur K erineb vääratusest 1, siis tihti jäetakse mõõdetud joone pikkused parandamata ja parandatakse koordinaatide juurdekasve.

⑥. Maaaluse käigu direktsiooninurgad maapealses koordinaatide süsteemis

$$\alpha_{P1} = \alpha_{PQ} - W_{PQ} = 193°15'41'' - 289°22'40'' + 360° = 263°53'01''$$

$$\alpha_{12} = \alpha_{P1} + \beta_1 - 180° = 263°53'01'' + 104°16'22'' - 180° = 188°09'23''$$

$$\alpha_{23} = \alpha_{12} + \beta_2 - 180° = 188°09'23'' + 180°01'02'' - 180° = 188°10'25''$$

$$\alpha_{34} = \alpha_{23} + \beta_3 - 180° = 188°10'25'' + 179°55'18'' - 180° = 188°05'43''$$

$$\alpha_{4Q} = \alpha_{34} + \beta_4 - 180° = 188°05'43'' + 179°52'34'' - 180° = 187°58'17''$$

⑦ MAAALUSE KÄIGU KOORDINAATIDE JUURDEKASVUD MAAPEALSES SÜSTEEMIS.

Kd = ?

	α	d	$\Delta y = d\sin\alpha$	$\Delta x = d\cos\alpha$
P	263°53'01''	29,78	−29,61	−3,17
1	188°09'23''	51,66	−7,33	−51,14+2
2	188°10'25''	83,47	−11,87	−82,62+3
3	188°05'43''	102,30	−14,40+2	−101,28+3
4	187°58'17''	74,70	−10,36	−73,98+2
Q				
Summa (arvutatud)		341,91	−73,57	−312,19
Maapeal (teoreetiline)			−73,55	−312,09

Sulgemisvead

$f\Delta x = -0{,}02$ $\quad f d = \sqrt{0{,}02^2 + 0{,}10^2} = \pm 0{,}10$

$f\Delta y = -0{,}11$

Suhteline viga $\dfrac{fd}{\Sigma d} = \dfrac{0{,}11}{342} = \dfrac{1}{34200}$

⑧ MAAALUSE KÄIGU KOORDINAADID MAAPEALSES SÜSTEEMIS

	X	Y	ΔX	ΔY
P	+1298,17	-7544,09	-3,17	-29,61
1	+1295,17	-7573,70	-51,12	-7,33
2	1243,88	-7581,03	-82,59	-11,97
3	1161,29	-7592,90	-101,25	-14,38
4	1060,04	-7607,28	-73,96	-10,36
Q	+986,08	-7617,44		
Summa			-312,08	-73,55

Parandid

$\Delta y' = \Delta y + p$

$p = \frac{f_{\Delta y}}{\Sigma d} \cdot d_i =$

$= \frac{+2}{3426} \cdot 8350 = +4{,}4533$

08.11.17 loeng

③ Magnetiline orienteerimine

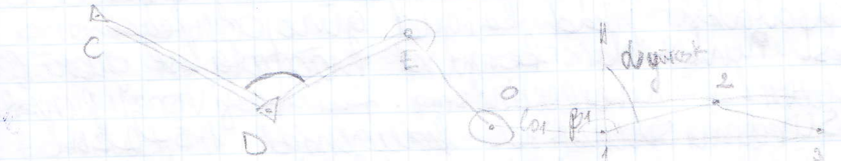
Kaevandusalal valitakse maapinnal kaks teegi punkti mille vaheline otse direktsiooninurk on teada varasematest mõõtmistest.

Määratakse selle suuna ~~kaks~~ magnetiline asimuut tosooliga varustatud teodoliidiga. Saame ühe ja sama suuna kohta direktsiooninurga ja asi magnetilise asimuudi. See võimaldab välja arvutada magnetilise deklinatsiooni ja hiljem viiakse deklinatsioon parandina sisse maaalla mõõdetud mag. asimuutidele. Magnetilise asimuudi määramiseks [illegible] joone CD alguspunkt C teodoliit **tosooliga**. Teodoliidi **alidaadi** ja limbi mullid seatakse **kokku**, selleks tuleb pöörata alidaadi.

Seejärel pannakse alidaat kinni, limb lahti ning koos pööratakse seni kuni pusooli nõela põhja teravik läbib põhjasuuna märgiga pusoolil. Sellega saavutatakse et magnetilise pooluse on suunatud kaatekiir ja linabel 0°00'00", limb kinni, alidaad lahti ja pikksilm pööratakse punktile D. Lugem horo ringilt ongi suund CD magnetiline asimuut.

④ Güroskoopiline orienteerimine

Sügavate šahtidepuhul (>500m) ei anna geomeetrilised meetodid nõutavat täpsust. Mitmu suguste faktorite tõttu kalduvad ripploodid vei. suunast kõrvale. Seepärast kasutatakse güroskoopilist orienteerimist, mis võimaldab määrata ükskõik millise geo. maaalause teodoliitkäigu küljepikkuse suure täpsusega. **Eeliseks** on ükskõik kui kangel vertikaalšahtist saab määrata direktsiooninurki suure täpsusega. Projektsiooni ja orienteerimise ülesanded lahendatakse eraldi. Projektsiooni ül lahendatakse ühe ripploodi lahkumisega šahti nagu varasemate meetoditepuhul.



Maapinnal rajatakse käik CDEO ripploodini O. Maapeal mõõdetakse hor. nurk β_1 ja kaugus l_{01} loodini l_{01}. Maapeal määratakse külje 1 2 direktsiooninurk gürokompassiga. Ja arvutatakse läbi β_1 suuna O direktsiooninurk

$\alpha_{01} = \alpha_{güro} - \beta_1 + 180°$ (parempoolne nurk)

Järgnevalt arvutatakse 1 ja 2 koordinaadid

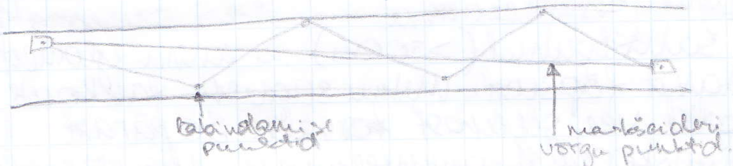
nt $X_1 = X_0 + \Delta X_{0;1} = X_0 + l_{0;1} \cos\alpha_{0;1}$ $Y_1 = Y_0 + \Delta Y_{01} = Y_0 + l_{0;1} \cdot \sin\alpha_{0;1}$

· Ka güroskoobile on soovitav määrata maapealsete mõõtmistega parandid nagu mag. asimuudi määramisel.

⑤ Orienteerimine kaldšahti kaudu.

Kuna kaldšahti trasseerimistelg rajatakse maapealse trassi sihi järgi siis sellega kujunevad trassikäigu punktide koordinaad automaatselt maapealses süsteemis ehk eraldi orienteerimist vaja ei ole. Kõigus viiakse koos trasseerimistööga maaalla kas geo- või trigonomeetrilise nivelleerimisega.

(geo- : väikeste kallete puhul; trigonomeetrilise : suurte kallete puhul)



ALLMAA MARKŠEIDERIVÕRGUD

Allmaa markšeideri võrgud on geomeetriliseks aluseks kaevetööde moodustamisega ja kaevandamisega seotud üd lahendamisega. ~~Allm~~ Võrgud jagunevad tugi- ja moodustamisvõrkudeks. Tugivõrk koosneb polügonomeetrilisest käikudest, st (kõrge täpsusega) mis rajatakse pikki pea kaevetööd. Tugivõrgu rajamisel rajatakse pikad käigud güroJoontega sektsioonideks. Punktide kõrgused määratakse geomeetrilise või trigonomeetrilise nivelleerimisega. Kui tugivõrgu punktid on käigu sürdimispunktist kaugemal 1,5-2 km rajatakse güroJoontega sektsioonideks jaotatud polügonomeetrilised käigud. Üldjuhul määratakse güroJooned 20-30 nurga järel. Allmaalt tugivõrgupunktid jagatakse alaliseks ja ajutisteks punktideks. Alalised punktid rajatakse gruppidena kohtadesse kus on tagatud nende liikumatus ja pikaajaline säilimine. Iga grupis vähemalt kolm punkti. Šahti õues vähemalt 4 punkti. Mõõtmise täpsus tugivõrgu käikudes peaks olema: 1) hor. nurkade mõõtmisel keskmised ruutvead ulatuda 15"; ver. nurkadel 20". güroskoopilisel mõõtmisel 1'.

2) Valguskaugusmõõturiga mõõdetud on lubatud 3 cm kahe joone vahel. Ruletiga mõõdetud 1/3000 joone pikkusest.

Vastavalt kaevetööde edasiliikumisel täiendatakse perioodiliselt allmaa tugivõrku. Tugivõrgu käikude punktid ei tohi kaevetööde eest maha jääda 800 m. Kivimite deformatsiooni tõttu nihkunud tugivõrkupunkte võib kasutada koordinaatide võrgu täiendamiseks tingimusel et kaugus viimaste säilinud punktide vahel ei muutunud üle 15 cm.

Allmaa tugivõrgu punktide orienteerimine ja koordinaatide siirmine.

Allmaa tugivõrgu punktid orienteeritakse kahel korral. Ühe jasama joone orienteerimis~~[illegible]~~ tulemuste erinevus ei tohi ületada 3'. Güroskoopilist orienteerimist võib kasutada kõigil juhtudel. Kohustuslik on kui kaldešahti kaldenurk > 70°. Geomeetrilist orienteerimist ühe ver. ~~orienteerimist~~ tõstega kuni 500 m sügavuse šahti puhul. Tugivõrgud seotakse ver. kaeve õõntesse lastud ripploodide abil. Ühe ver. kaeveõõne kaudu sõltumatu siirmisega määratud punkti asukohtade erinevus ei tohi ületada 5 cm. Tugivõrgu orienteeritavate joonte pikkus peab üldjuhul olema 50 m. Allmaa tugivõrgu võib geomeetriliselt orienteerida läbi ver. kaeve õõne. Seal juures tuleb lähtuda järgmisest: 1) Raskuse kaalu kaevuõõnde riputatud loodide peab olema ~60% loodi traadi piirkoormusest. 2) Raskused peavad olema kaitstud õhujoa mõju eest või paigutatud vedelikega täidetud anumatesse. 3) Kui ripploodide omavaheline kaugus on väike tuleb tsentriirimisel kasutada kaldrikuid.

4) Orienteerimisel ühe šahti kaudu ei tohi noaall ja maapeal mõõdetud ripploodide kvaheliste kauguste erinevus ületada 2 mm!

Ühe šahti kaudu sidumine tehakse ühendava Δ viisil ja arvestades järgmisi nõudeid:

1) Ripploodide vaheline kaugus maksimaalne.
2) Ühendavate Δ kalgnevad nurgad ja teravnurgad mõõdetakse kolmkorda teodoliidiga, mõõtetäpsus vä 15"
3) Kalgnevate nurkade erinevus ei tohiks olla suurem kui 25". Ühendava Δ küljed mõõdetakse vä 5 korda ja erinevus ei tohi ületada 2 mm.
4) Erinevus ripploodi arvutatud ja mõõdetud suuruste vahel ei tohi ületada 3 mm.

Tugivõrgu orienteerimisel ei tohiks ripploodi ühendava suuna viga olla üle 20" maapealsevõrgu suhtes.

Nurga mõõdistuste on tugivõrgu rajamisel nõudeid:

1) Maaaluse polügonomeetrilise kõigu nurgad tuleb mõõta teodoliidiga, mille täpsus 15". Lühikeste külje pikkuste juures tuleb kasutada teodoliidi viseerimistmärkide markamisega:

Kaugus	Tsentr. viis
5–10 m	Sundtsentreerimine e. 3 statiivimeetod
10–20 m	Optiline tsentreerimine e. 2x ripploodiga tsentreerimine
üle 20 m	Ripploodiga tsentreerimine